

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Takashi SHIRAKAWA
Title: EXHAUST GAS PURIFYING SYSTEM FOR INTERNAL
COMBUSTION ENGINE
Appl. No.: Unassigned
Filing Date: 04/14/2004
Examiner: Unassigned
Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2003-114717 filed 04/18/2003.

Respectfully submitted,

Date April 14, 2004

By 

FOLEY & LARDNER LLP
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5414
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab
Attorney for Applicant
Registration No. 25,479

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 8 日
Date of Application:

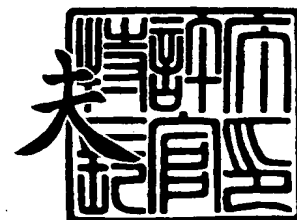
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 4 7 1 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 4 7 1 7]

出 願 人 日 産 自 動 車 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00560

【提出日】 平成15年 4月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 41/04
F01N 3/08

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 白川 暁

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078330

【弁理士】

【氏名又は名称】 笹島 富二雄

【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009232

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705787

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エンジンの排気ガス浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンの排気通路に介装され、排気ガスからその特定成分を除去する排気ガス浄化手段と、

除去した特定成分の蓄積に対して排気ガス浄化手段を再生させる時期を判定する再生時期判定手段と、

排気ガス浄化手段を再生させるときの目標空燃比を設定する再生時目標空燃比設定手段と、

設定された目標空燃比に基づいて空燃比に関連する第 1 のエンジン制御量を設定する第 1 のエンジン制御量設定手段と、

排気ガス浄化手段を再生させるときに、第 1 のエンジン制御量以外のエンジン制御量のうち燃焼期間に関連する第 2 のエンジン制御量を、通常時とは異なる値に設定する第 2 のエンジン制御量設定手段と、を含んで構成されるエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2】

第 2 のエンジン制御量設定手段は、第 2 のエンジン制御量を変更して排気ガス温度を通常時よりも高い温度に上昇させる請求項 1 に記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 3】

第 2 のエンジン制御量設定手段は、第 2 のエンジン制御量としてメイン噴射時期、パイロット噴射量及びパイロット噴射時期のうち少なくとも 1 つを変更する請求項 1 又は 2 に記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4】

第 2 のエンジン制御量設定手段は、メイン噴射時期を遅角させて上死点以降に設定するとともに、パイロット噴射時期を通常時よりも進角させる請求項 3 に記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 5】

排気ガス温度を検出する手段を更に含んで構成され、

第2のエンジン制御量設定手段は、第2のエンジン制御量の通常時とは異なる基本値を設定するとともに、これを検出された排気ガス温度に基づいて補正して、第2のエンジン制御量を設定する請求項1～4のいずれかに記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項6】

再生時目標空燃比設定手段は、再生させるときの目標空燃比を通常時よりもリッチ側に設定する請求項1～5のいずれかに記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項7】

排気ガス浄化手段は、排気ガス中のパーティキュレートを除去するパーティキュレートフィルタである請求項1～6のいずれかに記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項8】

排気ガス浄化手段は、流入する排気ガスの空燃比に応じて、排気ガス中のNO_xをトラップし又はトラップしたNO_xを放出するNO_xトラップ触媒である請求項1～6のいずれかに記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項9】

空燃比を検出する手段を更に含んで構成され、

第1のエンジン制御量設定手段は、設定された目標空燃比に応じた第1のエンジン制御量の基本値を設定するとともに、これを検出された空燃比に基づいて補正して、第1のエンジン制御量を設定する請求項1～8のいずれかに記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項10】

第1のエンジン制御量設定手段は、設定された目標空燃比がストイキ又はリッチであるときに、前記基本値を検出された空燃比に基づいて補正して、燃料噴射量を変化させる請求項9に記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項11】

第1のエンジン制御量設定手段は、設定された目標空燃比がリーンであるとき

に、前記基本値を検出された空燃比に基づいて補正して、吸入空気量を変化させる請求項 9 に記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 12】

第 1 のエンジン制御量設定手段は、設定された第 2 のエンジン制御量に基づいて第 1 のエンジン制御量を補正する手段を含んで構成される請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載のエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 13】

排気通路に設置され、排気ガスからその特定成分を除去するトラップを含んで構成され、

通常時において、このトラップにより前記特定成分を除去する一方、

除去した特定成分の蓄積に対してこのトラップを再生させるか否かを判定し、再生させると判定したときは、再生させるための処理として、目標空燃比を設定するとともに、空燃比を設定した目標空燃比に実質的に維持した状態で燃焼期間を制御して、排気ガス温度を通常時よりも高い温度に上昇させるエンジンの排気ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エンジンの排気ガス浄化装置に関し、詳細には、排気ガスからパティキュレート除去するためのパティキュレートフィルタや、排気ガスから窒素酸化物（以下「 NO_x 」という。）を除去するための NO_x トラップ触媒に対して、それらの機能再生時に過大な熱負荷がかかることを防止するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

エンジンの排気ガスからその特定成分を除去するトラップとして、パティキュレートフィルタや NO_x トラップ触媒が知られている。パティキュレートフィルタは、セラミックをハニカム状モノリスに成型するなどして作製したフィルタエレメントを内蔵し、これにより排気ガスをろ過してパティキュレートを除去する

。一方、NO_xトラップ触媒は、空燃比に応じて性質を異にし、空燃比がリーンであるときに排気ガス中のNO_xをトラップして除去する。NO_xトラップ触媒は、NO_x以外に排気ガス中の硫黄分もトラップする。

【0003】

これらパティキュレートフィルタ及びNO_xトラップ触媒は、パティキュレート等の除去対象物の蓄積量が規定量に達したときに、機能再生のために各々所定の再生処理を行う必要がある。これを行わずに運転を継続したとすれば、エンジン背圧が過剰に上昇したり、NO_xが除去されないまま排気ガスが大気中に放出されることになるからである。NO_xトラップ触媒は、トラップしたNO_xのほかに硫黄分についての再生処理（以下「脱硫再生処理」という。）を行う必要がある。

【0004】

パティキュレートフィルタの再生処理として、酸化雰囲気のもとで排気ガス温度を通常時よりも高い温度に上昇させ、堆積しているパティキュレートを焼却することが知られている。また、NO_xトラップ触媒の再生処理として、空燃比を一時的にリッチに転じ、トラップしているNO_x及び硫黄分を放出させることが知られている。放出される際に、NO_x及び硫黄分は、排気ガス中の還元剤により浄化される。ここで、硫黄分は、NO_xと比較して安定した状態で蓄積するので、これを放出させるには、空燃比をリッチに転じるばかりでなく、排気ガス温度を通常時よりも高い温度に上昇させることが必要である（特許文献1）。

【0005】

このようにパティキュレートフィルタ及びNO_xトラップ触媒の再生処理では、再生させる対象に応じて空燃比を異ならせることになるが、いずれにせよ排気ガス温度を正確に制御する必要がある。ここで、排気ガス温度を上昇させる手段として、メイン噴射時期を遅角させること、ポスト噴射を実施すること及び排気還流（以下「EGR」という。）ガス量を増大することなどが知られている（特許文献2）。

【0006】

【特許文献1】

特開 2002-155793 号公報（段落番号 0116～0120）

【特許文献 2】

特開 2000-179326 号公報（段落番号 0025～0027）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、パティキュレートフィルタや NO_x トラップ触媒の再生処理では、再生させる対象に応じて空燃比を異ならせることになる。しかしながら、それぞれの場合で空燃比が定まるのは、パティキュレートフィルタの再生処理では、排気ガス温度を目標温度に到達させるべくポスト噴射を実施するなどしたことの結果であり、 NO_x トラップ触媒の脱硫再生処理では、ポスト噴射の実施等により排気ガス温度を上昇させたうえで還元剤を供給したことの結果である。すなわち、再生処理の一環として空燃比を積極的に制御する試みは、これまでになされていない。

【0008】

ここで、パティキュレートフィルタの再生処理中に運転条件が変化し、燃料噴射量が増大した場合を考える。空燃比が低下して排気ガス温度が上昇し、パティキュレートの燃焼が急峻となると、パティキュレートフィルタに過大な熱負荷がかかるおそれがある。また、燃料噴射量の増大が更に大きい場合は、排出された燃料がパティキュレートフィルタを冷却し、再生の進行が妨げられるおそれがある。

【0009】

また、 NO_x トラップ触媒の脱硫再生処理についても同様に、運転条件の変化により排気ガス温度が上昇し、 NO_x トラップ触媒に過大な熱負荷がかかることが考えられる。また、 NO_x トラップ触媒の脱硫再生処理は還元雰囲気のもとで行われるため、再生処理中に何らかの原因で空燃比がリーンに転じると、それまでに供給された還元剤が触媒内部で激しく反応し、 NO_x トラップ触媒に過大な熱負荷がかかるおそれがある。 NO_x トラップ触媒は、高温に曝すことによる機能劣化が著しく、耐熱性を高めることも構造上難しいので、熱負荷から保護することが特に重要である。

【0010】

そこで、本発明は、パティキュレートフィルタやNO_xトラップ触媒等の再生処理において、処理の一環として空燃比を所定の値に実質的に維持する制御を行うことで、過大な熱負荷をかけることなくこれらのトラップを再生させることを目的とする。

【0011】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、排気ガスからその特定成分を除去するトラップを備えるエンジンの排気ガス浄化装置を提供する。通常時は、このトラップにより前記特定成分を除去する。一方、除去した特定成分の蓄積に対してこのトラップを再生させるか否かを判定し、再生させると判定したときは、再生処理として、目標空燃比を設定するとともに、空燃比を設定された目標空燃比に実質的に維持した状態で燃焼期間を制御して、排気ガス温度を通常時よりも高い温度に上昇させる。

【0012】

このようにすれば、パティキュレートフィルタやNO_xトラップ触媒等の再生処理中に運転条件が変化したとしても、空燃比の変化を抑制し、そのときの排気ガス温度を維持することができるので、これらのトラップに過大な熱負荷がかかることを防止することができる。

【0013】**【発明の実施の形態】**

以下に図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る直噴ディーゼルエンジン（以下「エンジン」という。）1の構成を示している。

【0014】

吸気通路11の導入部には、エアクリーナ12が取り付けられており、エアクリーナ12により吸入空気中の粉塵が除去される。エアクリーナ12の下流には、エアフローメータ13が設置されており、エアフローメータ13により吸入空気が測定される。エアクリーナ12及びエアフローメータ13を通過した吸入空気は、コレクタ14に流入し、マニホールド部で各気筒に分配される。

【0015】

エンジン 1 は、可変ノズルターボチャージャ 15 を備えており、コンプレッサ部 15 a がコレクタ 14 の上流に設置されている。コンプレッサ部 15 a とコレクタ 14 との間には、インタークーラ 16 が設置されており、インタークーラにより圧縮された吸入空気が冷却される。コレクタ 14 の上流には、吸気絞り弁 17 が設置されており、吸気絞り弁 17 により吸入空気量が調節される。また、ポート部には、スワール制御弁 18 が設置されており、スワール制御弁 18 により筒内におけるガス流動が制御される。吸気絞り弁 17 及びスワール制御弁 18 は、後述する電子制御ユニットからの信号に応じて作動する。

【0016】

エンジン本体において、インジェクタ 21 は、気筒毎に燃焼室上部に臨ませてシリンダヘッドに固定されている。エンジン 1 の燃料系は、コモンレール 22 を含んで構成され、燃料ポンプ 23 により圧送された燃料が、コモンレール 22 を介して規定圧力で各インジェクタ 21 に供給される。インジェクタ 21 は、電子制御ユニットからの信号により作動する。インジェクタ 21 による燃料噴射は、複数回に分けて行われ、インジェクタ 21 は、エンジン 1 のトルクを制御するためのメイン噴射以外に、メイン噴射よりも早い時期にパイロット噴射を行う。パイロット噴射の実施により、パティキュレートの発生が抑制されるとともに、燃焼騒音が低減される。

【0017】

一方、排気通路 31 において、マニホールド部の下流には、流入する排気ガスの空燃比に応じて、NO_x をトラップし又はトラップした NO_x を還元して放出する NO_x トラップ触媒 32 が設置されている。NO_x トラップ触媒 32 の下流には、パティキュレートフィルタとしてのディーゼルパティキュレートフィルタ 33 が設置されている。通常のリーン運転時において、排気ガス中の NO_x 及びパティキュレートは、NO_x トラップ触媒 32 及びディーゼルパティキュレートフィルタ 33 を通過する際に排気ガスから除去される。NO_x トラップ触媒 32 は、通常時において、排気ガス中の硫黄分も同時にトラップする。

【0018】

排気通路 31 と吸気通路 11 とは、EGR 管 41 により接続されており、EGR 管 41 には、EGR 弁 42 が設置されている。EGR 弁 42 が電子制御ユニットからの信号により作動することで、開度に応じた適量の排気ガスが吸気通路 11 に還流される。EGR 弁 42 の上流には、EGR ガスクーラ 43 が設置されており、EGR ガスクーラにより EGR ガスが冷却される。

【0019】

NO_xトラップ触媒 32 の上流において、排気通路 31 と EGR 管 41 との接続部よりも下流には、ターボチャージャ 15 のタービン部 15b が設置されている。タービン部 15b のノズル開度は、電子制御ユニットからの信号に応じて作動して、タービン部 15b の可動ペーンを駆動するアクチュエータ 51 により制御される。

【0020】

以上のように構成されるエンジン 1 の排気ガス浄化装置は、NO_xトラップ触媒 32 と、ディーゼルパティキュレートフィルタ 33 と、その再生装置としての機能を備える電子制御ユニット 61 及び各種センサとを含んで構成される。ここでいうセンサには、エアフローメータ 13、エンジン冷却水の温度 T_w を検出するセンサ 71、NO_xトラップ触媒 32 への流入前の排気ガスの空気過剰率 λ_{amb} を検出するセンサ 72、ディーゼルパティキュレートフィルタ 33 の上流における排気ガス温度 T_{exh} を検出するセンサ 73、及びディーゼルパティキュレートフィルタ前後の差圧 ΔP_{dpf} を検出するセンサ 74 が含まれる。

【0021】

図 8 は、電子制御ユニット（以下「ECU」という。）61 の構成を機能的に示すブロック図である。

モジュール M1 は、モード判別値 ATS_{state} を設定し、運転モードを通常モードと再生モードとの間で切り換える。再生モードには、NO_x再生モード、脱硫再生モード及びフィルタ再生モードが含まれる。モジュール M2 は、シリンダ吸入空気量 Q_{ac} や EGR 率 R_{egr} 等のエンジン 1 の内部状態量を演算する。モジュール M3 は、モード判別値 ATS_{state} に応じた目標空気過剰率 $t_{\lambda_{amb}}$ を演算する。モジュール M4 は、センサ 72 からの信号に基づいて排

気ガスの実際の空気過剰率 l_{amb} を演算する。モジュール M5 は、目標空気過剰率 $t_{l_{amb}}$ を達成するように目標とする EGR 率、タービンノズル開度、吸気絞り弁開度及び燃料噴射量等を演算する。なお、これら EGR 率等の空燃比に関連するエンジン制御量は、第 1 のエンジン制御量に相当する。モジュール M6 は、目標空気過剰率 $t_{l_{amb}}$ と空気過剰率 l_{amb} との差を算出し、これに基づいて実際の空気過剰率を目標空気過剰率 $t_{l_{amb}}$ に近付けるように燃料噴射量又は吸気絞り弁開度のフィードバック補正量を演算する。モジュール M7 は、再生モードが選択されたときに、モード判別値 ATS_{state} に応じた目標排気ガス温度 t_{Texh} が達成されるようにメイン噴射時期を補正する。また、スモークの発生を抑制し、燃焼騒音を低減するためにパイロット噴射時期を補正する。なお、メイン噴射時期及びパイロット噴射時期は、第 2 のエンジン制御量に相当する。第 2 のエンジン制御量として、パイロット噴射量を採用することも可能である。モジュール M8 は、センサ 73 からの信号に基づいて排気ガス温度 T_{exh} を演算する。モジュール M9 は、目標排気ガス温度 t_{Texh} と排気ガス温度 T_{exh} との差を減少させるようにメイン噴射時期を補正する。

【0022】

以下に、ECU 61 の動作をモジュール M1 ~ M9 毎に説明する。

—モード判別値 ATS_{state} の設定—

図 3 は、モード判別値設定ルーチンのフローチャートであり、モジュール M1 により実行される。

【0023】

S101 では、水温 T_w 、排気ガス流量 Q_{exh} 、エンジン回転数 N_e 及び排気ガス温度 T_{exh} を読み込む。S102 では、水温 T_w が所定温度 T_{w1} 以上であるか否かを判定する。 T_{w1} 未満であるときは、S103 へ進み、 T_{w1} 以上であるときは、S104 へ進む。S103 では、モード判別値 ATS_{state} を 0 に設定し、このルーチンをリターンする。S104 では、モード判別値 ATS_{state} を 1 に設定する。

【0024】

S105 では、排気ガス流量 Q_{exh} に基づいて単位時間当たりにエンジン 1

から排出される NO_x の量 NO_X を算出する。S106では、 NO_x 排出量 NO_X を積分し、得た値を NO_x トラップ触媒32にトラップされている NO_x の量（以下「 NO_x トラップ量」という。） ΣNO_X として記憶する。また、S107では、 NO_x トラップ触媒32にトラップされている硫黄分の量（以下「硫黄分トラップ量」という。） ΣSO_X をエンジン回転数 N_e の積算値として算出し、ディーゼルパティキュレートフィルタ33に堆積しているパティキュレートの量（以下「パティキュレート堆積量」という。） ΣPM をエンジン回転数 N_e の積算値として算出する。

【0025】

S108では、 NO_x トラップ量 ΣNO_X が所定量 NO_X1 以上であるか否かを判定する。 NO_X1 以上であるときは、同様の判定が所定時間継続していることを条件にS109へ進み、 NO_X 未満であるときは、S110へ進む。S109では、モード判別値 ATS state を2に設定し、このルーチンをリターンする。

【0026】

S110では、排気ガス温度 T_{exh} が所定温度 T_{exh1} 以上であるか否かを判定する。 T_{exh1} 以上であるときは、S111へ進み、 T_{exh1} 未満であるときは、モード判別値 AST state を1としたままこのルーチンをリターンする。

【0027】

S111では、硫黄分トラップ量 ΣSO_X が所定量 SO_X1 以上であるか否かを判定する。 SO_X1 以上であるときは、S112へ進み、 SO_X1 未満であるときは、S113へ進む。S112では、モード判別値 ATS state を3に設定し、このルーチンをリターンする。

【0028】

S113では、パティキュレート堆積量 ΣPM が所定量 $\text{PM}1$ 以上であるか否かを判定する。 $\text{PM}1$ 以上であるときは、S114へ進み、 $\text{PM}1$ 未満であるときは、モード判別値 ATS state を1としたままこのルーチンをリターンする。S114では、モード判別値 ATS state を4に設定し、このルーチン

をリターンする。

【0029】

以上のようにモード判別値 $ATS\ state$ が3又は4に設定されたときは、まず、排気ガス昇温モードとして、空気過剰率がストイキ又はその近傍である状態で排気ガス温度を上昇させる制御を行う。そして、排気ガス温度が目標温度に達した後、 $ATS\ state$ が3であるときは、脱硫再生モードとして、空気過剰率をリッチに転じ、 NO_x トラップ触媒32からトラップしている硫黄分を放出させる制御を行う。また、 $ATS\ state$ が4であるときは、フィルタ再生モードとして、空気過剰率をリーンに転じ、ディーゼルパティキュレートフィルタ33に堆積しているパティキュレートを焼却する制御を行う。再生処理を進めている途中で排気ガス温度が所定温度 T_{exh1} よりも高い第2の所定温度 T_{exh2} に達した場合は、 NO_x トラップ触媒32の機能劣化又はディーゼルパティキュレートフィルタ33の焼損を防止するため、故障回避モードにより空気過剰率をリーンに制御することにより排気ガス温度を低下させ、再生処理を中断させる。

ー内部状態量の演算ー

図4は、目標アクセル要求噴射量演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM2により実行される。

【0030】

S201では、エンジン回転数 N_e 及びコントロールレバー開度 $AP O$ を読み込む。S202では、 N_e 及び $AP O$ により図5に示すマップを検索し、アクセル要求噴射量基本値 M_{qdrv} を算出する。S202では、アイドル回転補正量 Q_{fisc} を算出し、これをアクセル要求噴射量基本値 M_{qdrv} に加算して、目標アクセル要求噴射量 Q_{fdrv} を算出する。

【0031】

図6は、吸気系応答時定数演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM2により実行される。

S211では、エンジン回転数 N_e 、目標アクセル要求噴射量 Q_{fdrv} 、吸気管内圧力 P_{int} 及び目標EGR率 $Me\ gr\ d_{n-1}$ を読み込む。なお、現状に

応じた目標 EGR 率 Me_{gr} を一次遅れさせた値 $Me_{gr d}$ が実際の EGR 率に等しいものと近似している。符号 $n-1$ は、このルーチンを前回に実行した際に算出したものであることを示す。S212では、 Ne 及び Q_{fdrv} により図7に示すマップを検索し、体積効率基本値 K_{inb} を算出するとともに、 P_{int} により図8に示すマップを検索し、体積効率補正值 K_{inh} を算出する。S213では、 K_{inb} 、 K_{inh} 及び $Me_{gr d_{n-1}}$ に基づいて下式(1)により体積効率 K_{in} を算出する。S214では、 K_{in} に容積比 $KVOL\#$ を乗算し、吸気系応答時定数 K_{kin} ($=K_{in} \times KVOL\#$) を算出する。なお、容積比 $KVOL\#$ は、マニホールド部 (コレクタ14を含む。) の容積 V_m とピストンの行程容積 V_c との比 ($=V_c / V_m$) である。

【0032】

$$K_{in} = K_{inb} \times K_{inh} \times (1 / (1 + Me_{gr d_{n-1}})) \cdots (1)$$

図9は、シリンダ吸入空気量演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM2により実行される。

【0033】

S221では、エアフローメータ13からの出力AFM、エンジン回転数 Ne 及び吸気系応答時定数 K_{kin} を読み込む。S222では、AFMを図10に示すテーブルにより吸入空気量 Q_{as} に換算する。S223では、 Q_{as} に加重平均処理を施し、得た値を Q_{as0} とする。S224では、 Q_{as0} を下式(2)により1シリンダ、かつ1ストローク当たりの吸入空気量 Q_{ac0} に換算する。なお、 $KCON\#$ を単位換算係数とする。S225では、 Q_{ac0} に n 回演算分の遅れ処理を施し、コレクタ14の入口部における吸入空気量 Q_{acn} ($=Q_{ac0_{n-k}}$) を算出する。S226では、 Q_{acn} に吸気系応答時定数 K_{kin} を用いた下式(3)による遅れ処理を施し、シリンダ吸入新気量 Q_{ac} を算出する。

【0034】

$$Q_{ac0} = (Q_{as0} / Ne) \times KCON\# \cdots (2)$$

$$Q_{ac} = Q_{ac_{n-1}} \times (1 - K_{kin}) + Q_{acn} \times K_{kin} \cdots (3)$$

図11は、排気ガス流量演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM

2により実行される。

【0035】

S231では、吸入空気量 Q_{ac} 、EGRガス量 Q_{ec} ($=tQ_{ec0}$)、目標アクセル要求噴射量 Q_{drv} 及びエンジン回転数 N_e を読み込む。S232、233及び234では、単位換算係数 $KCON\#$ を用いて下式(4.1)～(4.3)により目標アクセル要求噴射量 Q_{drv} 、シリンダ吸入空気量 Q_{ac} 及びEGRガス量 Q_{ec} をそれぞれ単位時間当たりの量 Q_f 、 Q_a 及び Q_e に換算する。S235では、 Q_f 、 Q_a 及び Q_e に基づいて下式(5)により排気ガス流量 Q_{exh} を算出する。なお、 $GKQF\#$ を反映係数とする。

【0036】

$$Q_f = Q_{drv} \times N_e / KCON\# \quad \dots (4.1)$$

$$Q_a = Q_{ac} \times N_e / KCON\# \quad \dots (4.2)$$

$$Q_e = Q_{ec} \times N_e / KCON\# \quad \dots (4.3)$$

$$Q_{exh} = Q_a + Q_e + Q_f \times GKQF\# \quad \dots (5)$$

図12は、EGR率演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM2により実行される。

【0037】

前述のように、目標EGR率 Me_{gr} を一次遅れさせた値が実際のEGR率と等しいものと近似している。すなわち、S241では、目標EGR率 $Me_{gr_{n-1}}$ 、目標EGRガス量 $tQ_{ecd_{n-1}}$ を読み込む。S242では、 $Me_{gr_{n-1}}$ にEGR系応答時定数 $TCEGR\#$ を用いた下式(6)による遅れ処理を施し、得た値を Me_{grd} として記憶する。S243では、 $tQ_{ecd_{n-1}}$ を Q_{ac} で除算し、EGR率 Re_{gr} を算出する。

【0038】

$$Me_{grd} = (1 - TCEGR\#) \times Me_{gr_{n-1}} + TCEGR\# \times Me_{gr_{n-1}} \quad \dots (6)$$

$$Re_{gr} = tQ_{ecd_{n-1}} / Q_{ac} \quad \dots (7)$$

図13は、タービンノズル開度演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM2により実行される。

【0039】

目標タービンノズル開度 $T r a v$ を一次遅れさせた値が実際のタービンノズル開度に等しいものと近似している。すなわち、S251では、目標タービンノズル開度 $T r a v f f_{n-1}$ を読み込む。S252では、 $T r a v f f_{n-1}$ に駆動系応答時定数 $T C V G T \#$ を用いた下式(8)による遅れ処理を施し、タービンノズル開度 $R v g t$ を算出する。

【0040】

$$R v g t = (1 - T C V G T \#) \times R v g t_{n-1} + T C V G T \# \times T r a v f f_{n-1} \quad \cdots (8)$$

図14は、EGRガス流速演算するルーチンのフローチャートであり、モジュールM2により実行される。

【0041】

EGRガス流速 $C q e$ は、吸気管内圧力 $P i n t$ 、排気管内圧力 $P e x h$ 及び排気ガス比重 ρ に基づいて下式(9)により算出することができる。しかしながら、 $P i n t$ 及び $P e x h$ を正確に測定することが困難であるので、次に示す方法によりEGRガス流速 $C q e$ を推定する。

【0042】

$$C q e = \sqrt{2 \rho \times (P e x h - P i n t)} \quad \cdots (9)$$

S261では、EGRガス量 $Q e c (= t Q e c d)$ 、吸入空気量 $Q a c n$ 、タービンノズル開度 $R v g t$ 及び吸気絞り弁開度 $T V O$ を読み込む。S262では、 $Q e c$ 及び $T V O$ により図15に示すマップを検索し、流速基本値 $C q e 0$ を算出する。S263では、 $Q a c n$ 及び $R v g t$ により図16に示すマップを検索し、流速補正值 $K c q e$ を算出する。S264では、 $C q e 0$ に $K c q e$ を乗算し、EGRガス流速 $C q e (= C q e 0 \times K c q e)$ を算出する。

—目標空燃比の設定—

図17は、目標空気過剰率演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM3により実行される。

【0043】

S301及び302では、モード判別値 $A T S s t a t e$ を読み込み、 $A T S$

s t a t e に対応するマップを検索し、運転モードに応じた目標空気過剰率基本値 $T l a m b 0$ を設定する。A T S s t a t e が 0 であるときは、低温時用マップを検索し、 $T l a m b 0$ をストイキを示す 1 に設定する。A T S s t a t e が 1 であるときは、図 18 に示す通常時用マップを検索し、 $T l a m b 0$ をリーンを示す 1.4 以上の値に設定する。A T S s t a t e が 2 であるときは、リッチスパイク制御のために $T l a m b 0$ をリッチを示す 0.9 に設定する。A T S s t a t e が 3 のときは、脱硫再生時用マップを検索し、 $T l a m b 0$ をリッチを示す 0.99 に設定する。A T S s t a t e が 4 のときは、フィルタ再生時用マップを検索し、 $T l a m b 0$ をリーンを示す 1.2 に設定する。

【0044】

なお、A T S s t a t e が 3 又は 4 のときは、脱硫再生モード又はフィルタ再生モードの実施に先立って排気ガス昇温モードを行うが、このときの目標空気過剰率基本値 $T l a m b 0$ は、ストイキを示す 1 に設定する。また、排気ガス温度が過度に上昇したとして再生処理を中断させるときは、 $T l a m b 0$ は、リーンを示す 1.3 以上の値に設定する。すなわち、故障回避モードでは、 $T l a m b 0$ は、フィルタ再生モードにおけるよりも大きな値に設定する。

【0045】

S 303 では、設定した目標空気過剰率基本値 $T l a m b 0$ に吸気系応答時定数 $K k i n$ を用いた下式 (10) による遅れ処理を施し、目標空気過剰率 $T l a m b$ を算出する。

【0046】

$$T l a m b = T l a m b_{n-1} \times (1 - K k i n) + T l a m b 0 \times K k i n$$

... (10)

— 空気過剰率の演算 —

図 19 は、空気過剰率演算ルーチンのフローチャートであり、モジュール M4 により実行される。

【0047】

S 401 では、センサ 72 からのポンプ電流 $i p$ を読み込む。S 402 では、 $i p$ を図 20 に示すテーブルにより空気過剰率 $l a m b 0$ に換算する。S 403

では、 λ_0 に加重平均処理を施し、得た値を空気過剰率 λ とする。

－エンジン制御量の設定－

図 21 は、トルク補正係数演算ルーチンのフローチャートであり、モジュール M5 により実行される。トルク補正係数 K_a は、目標空気過剰率 λ 及びメイン噴射時期 MIT_f に応じた値に設定され、後述する目標吸入空気量演算ルーチン及び目標燃料噴射量演算ルーチンで用いられる。

【0048】

S501 では、目標空気過剰率 λ 、エンジン回転数 N_e 及びメイン噴射時期 MIT_f を読み込む。S502 では、 λ 、 N_e 及び MIT_f により図 22 に示すマップを検索し、トルク補正係数 K_{aLAMB} 、 K_{aMIT} を算出する。トルク補正係数 K_{aLAMB} は、再生時における目標空気過剰率 λ の変化に対して設定されるものであり、1.4 よりも小さな値の λ に対して 1 よりも大きな値として設定され、かつ λ を大きく減少させたときほど大きな値として設定される。 K_{aLAMB} は、 λ が 1.4 以上であるときは、1 に設定される。トルク補正係数 K_{aMIT} は、再生時におけるメイン噴射時期 MIT_f の変化に対して設定されるものであり、通常時よりも遅角させた MIT_f に対して 1 よりも大きな値として設定され、かつ MIT_f を大きく遅角させたときほど大きな値として設定される。 K_{aMIT} は、通常時は、1 に設定される。S503 では、 K_{aLAMB} と K_{aMIT} とを乗算し、トルク補正係数 $K_a (=K_{aLAMB} \times K_{aMIT})$ を算出する。

【0049】

図 23 は、目標吸入空気量演算ルーチンのフローチャートであり、モジュール M5 により実行される。

S511 では、目標空気過剰率 λ 、目標アクセル要求噴射量 Q_{fdrv} 及びトルク補正係数 K_a を読み込む。S512 では、 λ 、 Q_{fdrv} 及び K_a に基づいて下式 (11) により目標吸入空気量基本値 t_{Qac0} を算出する。なお、 $\lambda_{\#}$ は、理論空燃比相当値 ($=14.7$) である。S513 では、 t_{Qac0} に加重平均処理を施し、目標吸入空気量 t_{Qac} を算出する。

。

【0050】

$$tQ_{ac0} = T_{lamb} \times Q_{fdrv} \times B_{lamb\#} \times K_a \quad \dots (11)$$

図24は、目標燃料噴射量演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

【0051】

S521では、目標空気過剰率 T_{lamb} 、吸入空気量 Q_{ac} 、目標アクセル要求噴射量 Q_{fdrv} 、トルク補正係数 K_a 及びモード判別値 $ATSstate$ を読み込む。S522では、 $ATSstate$ が0, 2又は3であるか否かを判定する。 $ATSstate$ がこれらのいずれかであるときは、空燃比がリッチ又はストイキに制御されるので、エンジントルクは、主に吸入新気量に依存する。S523では、 Q_{ac} に基づいて下式(12)により目標燃料噴射量 tQ_f を算出する。一方、 $ATSstate$ が0, 2及び3のいずれでもないときは、空燃比がリーンに制御されるので、エンジントルクに対して燃料噴射量の影響が支配的となる。このため、S524へ進み、 Q_{fdrv} に基づいて下式(13)により目標燃料噴射量 tQ_f を算出する。

【0052】

$$tQ_f = Q_{ac} / (T_{lamb} \times B_{lamb\#}) \times K_a \quad \dots (12)$$

$$tQ_f = Q_{fdrv} \times K_a \quad \dots (13)$$

図25は、吸気絞り弁開度演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

【0053】

S531では、エンジン回転数 N_e 、目標EGR率 Me_{gr} 及び目標吸入空気量 tQ_{ac} を読み込む。S532では、 N_e により図26に示すテーブルを検索し、最大作動ガス量 Q_{gmax} を算出する。S533では、 Q_{gmax} に基づいて下式(14)により目標作動ガス量比 tQ_{h0} を算出する。なお、ピストンの行程容積を $VCE\#$ とする。

【0054】

$$tQ_{h0} = tQ_{ac} \times (1 + Me_{gr}) / VCE\# / Q_{gmax} \quad \dots (14)$$

S534では、算出した $tQh0$ を図27に示すテーブルにより目標空気流量比 $tDNV$ に換算する。S535では、 $tDNV$ 及び Ne に基づいて下式(15)により目標開口面積基本値 $tAtvob$ を算出する。S536では、 $tAtvob$ 及び $Me gr$ に基づいて下式(16)により目標吸気絞り弁開口面積 $tAtvo$ を算出する。 $tAtvo$ は、作動ガス全体に関する目標開口面積である $tAtvob$ に対して目標 EGR 率 $Me gr$ による補正を施したものである。S537では、 $tAtvo$ を図28に示すマップにより吸気絞り弁開度 ETC に換算する。 $ECU61$ は、 ETC に応じた信号を吸気絞り弁17のアクチュエータに出力し、吸気絞り弁17を制御する。

【0055】

$$tAtvob = tDNV \times Ne \times VOL\# \quad \dots (15)$$

$$tAtvo = tAtvob \times 1 / (1 + Me gr) \quad \dots (16)$$

図29は、目標 EGR 率基本値演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

【0056】

S541及び542では、モード判別値 $ATSstate$ を読み込み、 $ATSstate$ に対応するマップを検索し、運転モードに応じた目標 EGR 率基本値 $Me gr0$ を設定する。 $ATSstate$ が1であるときは、図30に示す基準マップを検索し、通常時目標 EGR 率基本値 $Me gr0$ を設定する。 $ATSstate$ が0であるときは、基準マップから得た $Me gr0$ に補正係数として0.2を乗算し、低温時目標 EGR 率基本値 $Me gr0$ ($=Me gr0 \times 0.2$)を設定する。 $ATSstate$ が2であるときは、基準マップから得た $Me gr0$ に補正係数として0.8を乗算し、 NOx 再生時目標 EGR 率基本値 $Me gr0$ ($=Me gr0 \times 0.8$)を設定する。 $ATSstate$ が3であるときは、基準マップから得た $Me gr0$ に補正係数として0を乗算し、脱硫再生時目標 EGR 率基本値 $Me gr0$ ($=Me gr0 \times 0$)を設定する。 $ATSstate$ が4であるときは、基準マップから得た $Me gr0$ に補正係数として0.5を乗算し、フィルタ再生時目標 EGR 率基本値 $Me gr0$ ($=Me gr0 \times 0.5$)を設定する。 $ATSstate$ が3又は4であり、脱硫再生モード又はフィルタ再生モ

ードを行う場合に、排気ガス昇温モードでは、基準マップから得た $Me gr 0$ に補正係数として 0 を乗算し、EGR を停止させる。故障回避モードでは、基準マップから得た $Me gr 0$ に補正係数として 0.8 を乗算し、故障回避時目標 EGR 率基本値 $Me gr 0$ ($=Me gr 0 \times 0.8$) を設定する。

【0057】

図 31 は、目標 EGR 率演算ルーチンのフローチャートであり、モジュール M5 により実行される。

S551 では、目標 EGR 率基本値 $Me gr 0$ 及び吸気系応答時定数 $Kk in$ を読み込む。S552 では、 $Me gr 0$ に $Kk in$ を用いた下式 (17) による遅れ処理を施し、得た値を $Me gr d$ として記憶する。S553 では、 $Me gr d$ に $GK e e gr$ を係数とした下式 (18) による進み処理を施し、目標 EGR 率 $Me gr$ を算出する。

【0058】

$$Me gr d = Me gr d_{n-1} \times (1 - Kk in) + Me gr 0 \times Kk in \quad \cdot \cdot (17)$$

$$Me gr = GK e e gr \times Me gr 0 - (GK e e gr - 1) \times Me gr d \quad \cdot \cdot \cdot (18)$$

図 32 は、目標 EGR ガス量演算ルーチンのフローチャートであり、モジュール M5 により実行される。

【0059】

S561 では、目標吸入空気量 $t Q a c$ 、目標 EGR 率 $Me gr$ 及び吸気系応答時定数 $Kk in$ を読み込む。S562 では、 $t Q a c$ と $Me gr$ とを乗算し、目標 EGR ガス量基本値 $Q e c 0$ ($=t Q a c \times Me gr$) を算出する。S563 では、 $Q e c 0$ に $Kk in$ を用いた下式 (19) による遅れ処理を施し、得た値を $t Q e c d$ として記憶する。S564 では、 $t Q e c d$ に $GK q e c$ を係数とした下式 (20) による進み処理を施し、目標 EGR ガス量 $t Q e c$ を算出する。

【0060】

$$t Q e c d = t Q e c d_{n-1} \times (1 - Kk in) + t Q e c 0 \times Kk in \quad \cdot$$

・ ・ (19)

$$tQec = GKqec \times tQec0 - (GKqec - 1) \times tQecd \quad \cdot \cdot$$

・ (20)

図33は、目標EGR弁開度演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

【0061】

S571では、目標EGRガス量 $tQec$ 及びEGRガス流速 Cqe を読み込む。S572では、 $tQec$ を Cqe で除算し、目標EGR弁開度基本値 $tAegr0$ ($= tQec / Cqe$)を算出する。S573では、 $tAegr0$ に基づいて下式(21)により目標EGR弁開度 $tAegr$ を算出する。目標EGR弁開度 $tAegr$ の演算は、ベンチュリモデルに基づく計算方法による。なお、EGR通路代表面積を $AEGRB\#$ とする。S574では、 $tAegr$ を図34に示すテーブルによりEGR弁ステップ数 $STEPEGR$ に換算する。

【0062】

$$tAegr = tAegr0 / \sqrt{1 - (tAegr0 / AEGRB\#)^2} \quad \cdot \cdot \cdot (21)$$

図35は、目標タービンノズル開度演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

【0063】

S581では、エンジン回転数 Ne 、目標EGR率 $Me gr$ 及び目標アクセル要求噴射量 $Qfdrv$ を読み込む。S582では、 Ne 及び $Me rg$ により図36に示すマップを検索し、目標空気過剰率 $Tlamb$ と目標EGR率 $Me gr$ とを達成するためのタービンノズル開度基本値 $Trav0$ を算出する。S583では、 Ne 及び $Qfdrv$ により図37に示すマップを検索し、タービンノズル開度補正值 $Travq$ を算出する。S584では、 $Trav0$ と $Travq$ とを加算し、目標タービンノズル開度 $Trav$ ($= Trav0 + Travq$)を算出する。

【0064】

図38は、目標タービンノズル開度 $Trav$ の応答遅れ補償ルーチンのフロー

チャートであり、モジュールM5により実行される。

可変ノズルターボチャージャ15では、ガス流動の応答遅れ（コンプレッサ部15a及びタービン部15bの作動遅れを含むものとし、排気ガス流量 Q_{exh} に応じて変化する。）と、タービン部15bの可動ベーンを駆動するアクチュエータ51の作動遅れ（運転条件によらず一定である。）とが存在する。このため、S593及び594で前者の遅れを、S596及び597で後者の遅れを補償する。S591では、目標タービンノズル開度 $Trav$ 及び排気ガス流量 Q_{exh} を読み込む。S592では、 Q_{exh} により図39に示すテーブルを検索し、排気系応答時定数 T_{cvgt} を設定するとともに、 Q_{exh} により図40に示すマップを検索し、進み補償係数 G_{Kvgt} を設定する。S593では、 Me_{gr} に T_{cvgt} を用いた下式(22)による遅れ処理を施し、得た値を $Travd$ として記憶する。S564では、 $Trav$ に G_{Kvgt} を用いた下式(23)による進み処理を施し、得た値を $Travff$ として記憶する。S595では、 $Travff$ に $Travfb$ を加算し、得た値を $Travc (= Travd + Travfb)$ として記憶する。なお、 $Travfb$ は、目標吸入空気量 tQ_{ac} と吸入空気量 Q_{ac} とに基づいて算出されるフィードバック補正量である。

【0065】

$$Travd = Travd_{n-1} \times (1 - T_{cvgt}) + Trav \times T_{cvgt} \quad \dots (22)$$

$$Travff = G_{Kvgt} \times Trav - (G_{Kvgt} - 1) \times Travd \quad \dots (23)$$

S596では、 $Travc$ に駆動系応答時定数 $T_{CACT\#}$ を用いた下式(24)による遅れ処理を施し、得た値を $Travcd$ として記憶する。S567では、 $Travc$ に $G_{KACT\#}$ を係数とした下式(25)による進み処理を施し、目標タービンノズル開度 $Travf$ を算出する。

【0066】

$$Travcd = Travcd_{n-1} \times (1 - T_{CACT\#}) + Travc \times T_{CACT\#} \quad \dots (24)$$

$$Travf = G_{KACT\#} \times Travc - (G_{KACT\#} - 1) \times Travc$$

d . . . (25)

図41は、目標デューティ比演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

【0067】

S601では、目標タービンノズル開度 $T r a v f$ を読み込む。S602では、 $T r a v f$ により図42に示すマップを検索し、アクチュエータ51を駆動する信号の目標デューティ比 $V N d u t y$ を設定する。

【0068】

図43は、目標メイン噴射時期演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM5により実行される。

S611及び612では、モード判別値 $A T S s t a t e$ を読み込み、 $A T S s t a t e$ に対応するマップを検索し、運転モードに応じた目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0$ を設定する。本実施形態では、再生処理を行うときに、基準となる通常時用マップを検索して得た $M I T 0$ を目標排気ガス温度に応じて補正し、再生時目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0$ を設定する。再生時目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0$ は、上死点よりも遅角側に設定される。たとえば、 $A T S s t a t e$ が1であるときは、図44に示す基準マップを検索し、通常時目標メイン噴射時期 $M I T 0$ を設定する。 $A T S s t a t e$ が2であるときは、基準マップから得た $M I T 0$ をクランク角で 10° 遅らせ、 $N O x$ 再生時目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0 (=M I T 0 + 10^{\circ} C A)$ を設定する。 $A T S s t a t e$ が3のときは、基準マップから得た $M I T 0$ をクランク角で 10° 遅らせ、脱硫再生時目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0 (=M I T 0 + 10^{\circ} C A)$ を設定する。 $A T S s t a t e$ が4のときは、基準マップから得た $M I T 0$ をクランク角で 6° 遅らせ、フィルタ再生時目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0 (=M I T 0 + 10^{\circ} C A)$ を設定する。なお、 $A T S s t a t e$ が3又は4であり、脱硫再生モード又はフィルタ再生モードを行う場合に、排気ガス昇温モードでは、基準マップから得た $M I T 0$ をクランク角で 10° 遅らせ、排気ガス昇温時目標メイン噴射時期基本値 $M I T 0 (=M I T 0 + 10^{\circ} C A)$ を設定する。故障回避モードでは、基準マップから得た $M I T 0$ をクランク角で 6° 遅らせ、故障回避時目標

メイン噴射時期基本値 MIT_0 ($=MIT_0 + 6^\circ CA$) を設定する。

【0069】

S613では、吸気系応答時定数 K_{kin} を読み込み、 MIT_0 に K_{kin} を用いた下式(26)による遅れ処理を施し、目標メイン噴射時期 MIT を算出する。S614では、 MIT に、排気ガス温度 T_{exh} に応じた後述するメイン噴射時期補正值 MIT_{fb} を加算し、メイン噴射時期 MIT_f ($=MIT + MIT_{fb}$) を設定する。

【0070】

$$MIT = MIT_{n-1} \times (1 - K_{kin}) + MIT_0 \times K_{kin} \quad \dots (26)$$

なお、 $ATS_{state} = 0$ であるときは、別に設けられる低温時点火制御ルーチンでメイン噴射時期 MIT が設定される。

【0071】

モジュールM5では、以上のようにメイン噴射時期を遅角させて排気ガス温度を上昇させるとともに、パイロット噴射時期を通常時よりも進角させることで、スモークの発生を抑制し、燃焼騒音を低減させる。パイロット噴射時期の設定は、メイン噴射時期についてのものと同様であってよく、基準となる通常時用マップを検索して得たパイロット噴射時期基本値をクランク角で所定の角度進め、これに遅れ処理を施すことにより行うことができる。

—空燃比のフィードバック制御—

図45は、空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャートであり、モジュールM6により実行される。

【0072】

本実施形態では、比例積分微分補償器の下式(27)に示すPIDアルゴリズムに従っているが、他のアルゴリズムを採用してもよい。なお、操作量を $u(t)$ 、比例ゲインを K_P 、積分時定数を K_I 、微分時定数を K_D 、偏差を $e(t)$ 、初期値を $u(t_0)$ とする。

【0073】

【数 1】

$$u(t) = KP \left\{ e(t) + \frac{1}{KI} \int e(t) dt + KD \frac{de(t)}{dt} \right\} + u(t0)$$

・・・ (27)

S701では、目標空気過剰率 T_{λ} 、空気過剰率 λ 及びモード判別値 ATS_{state} を読み込む。S702では、 T_{λ} と λ との乖離量 $\delta \lambda$ ($= \lambda - T_{\lambda}$) を演算する。S703では、 ATS_{state} が 0, 2 又は 3 であるか否かを判定する。 ATS_{state} がこれらのいずれかであるときは、S704へ進み、これらのいずれでもないときは、S711へ進む。S704, 711では、 λ により図46に示すマップを検索し、比例、積分及び微分の各補償ゲイン KP_{λ} , KI_{λ} , KD_{λ} を設定する。S705, 712では、下式(28)により積分補正值 I_{λ} を算出する。S706, 713では、 I_{λ} の大きさを所定の範囲内に制限する。S707, 714では、下式(29)により微分補正值 D_{λ} を算出する。S708, 715では、下式(30)により比例項を含めたPID補正量 Q_{ffb} , ETC_{fb} を算出する。なお、各補正量の初期値を $K_{\lambda f0\#}$, $K_{\lambda a0\#}$ とする。S709では、このルーチンを前回に実行した際に算出した $ETC_{fb_{n-1}}$ を ETC_{fb} に代入する。S710では、目標燃料噴射量 t_{Qf} に Q_{ffb} を加算し、最終的な燃料噴射量 Q_{fdes} ($= t_{Qf} + Q_{ffb}$) を算出する。S716では、このルーチンを前回に実行した際に算出した $Q_{ffb_{n-1}}$ を Q_{ffb} に代入する。S717では、吸気絞り弁開度 ETC に ETC_{fb} を加算し、最終的な吸気絞り弁開度 ETC_f ($= ETC + ETC_{fb}$) を算出する。

【0074】

$$I_{\lambda} = I_{\lambda_{n-1}} + (dT / KI_{\lambda}) \times \delta \lambda \quad \dots \quad (28)$$

$$D_{\lambda} = (\delta \lambda - \delta \lambda_{n-1}) \times KD_{\lambda} / dT \quad \dots \quad (29)$$

$$Q_{ffb} = K_{Plambf} \times (\delta_{lamb} + I_{lambf} + D_{lambf}) + K_{lambf0} \dots (30-1)$$

$$ETC_{fb} = K_{Plamba} \times (\delta_{lamb} + I_{lamba} + D_{lamba}) + K_{lamba0} \dots (30-2)$$

—目標排気ガス温度の演算—

図47は、目標排気ガス温度演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM7により実行される。

【0075】

S801及び802では、モード判別値ATSstateを読み込み、ATSstateに対応するマップを選択し、再生モードに応じた目標排気ガス温度基本値tTexh0を演算する。ATSstateが3であるときは、脱硫再生時目標排気ガス温度基本値tTexh0を730℃に設定する。ATSstateが4であるときは、フィルタ再生時目標排気ガス温度基本値tTexh0を670℃に設定する。排気ガス昇温時目標排気ガス温度基本値tTexh0は、700℃に設定する。S803では、tTexh0に吸気系応答時定数Kkinを用いた下式(31)による遅れ処理を施し、目標排気ガス温度tTexhを設定する。

【0076】

$$tTexh = tTexh_{n-1} \times (1 - Kkin) + tTexh0 \times Kkin \dots (31)$$

—排気ガス温度の演算—

図48は、排気ガス温度演算ルーチンのフローチャートであり、モジュールM8により実行される。

【0077】

S901では、センサ73からの出力vTexhを読み込む。S902では、vTexhを図49に示すテーブルにより排気ガス温度Texh0に換算する。S903では、Texh0に加重平均処理を施し、得た値を排気ガス温度Texhとする。

—排気ガス温度のフィードバック制御—

図50は、排気ガス温度フィードバック制御ルーチンのフローチャートであり、モジュールM9により実行される。

【0078】

本実施形態では、比例積分微分補償器の下式(32)に示すPIDアルゴリズムに従っているが、他のアルゴリズムを採用してもよい。なお、操作量を $u(t)$ 、比例ゲインを KP 、積分時定数を KI 、微分時定数を KD 、偏差を $e(t)$ 、初期値を $u(t0)$ とする。

【0079】

【数2】

$$u(t) = KP \left\{ e(t) + \frac{1}{KI} \int e(t) dt + KD \frac{de(t)}{dt} \right\} + u(t0)$$

・・・(32)

S1001では、目標排気ガス温度 $tTexh$ 及び排気ガス温度 $Texh$ を読み込む。S1002では、 $tTexh$ と $Texh$ との乖離量 $\delta texh (= tTexh - Texh)$ を演算する。S1003では、空気過剰率 $lamb$ により図51に示すマップを検索し、比例、積分及び微分の各補償ゲインを演算する。S1004では、下式(33)により積分補正值 $I texh$ を演算する。S1005では、 $I texh$ の大きさを所定の範囲内に制限する。S1006では、下式(34)により微分補正值 $D texh$ を演算する。S1007では、下式(35)により比例項を含めたメイン噴射時期のPID補正量 $MITfb$ を演算する。なお、初期値を $Ktexh0\#$ とする。S1008では、メイン噴射時期 MIT に $MITfb$ を加算し、最終的なメイン噴射時期 $MITf (= MIT + MITfb)$ を算出する。

【0080】

$$I texh = I texh_{n-1} + (dT / KI texh) \times \delta texh \quad \dots \quad (33)$$

$$D texh = (\delta texh - \delta texh_{n-1}) \times KD texh / dT \quad \dots \quad (34)$$

$$MITfb = KPtexh \times (\delta texh + Itexh + Dtexh) + Ktexh0 \# \dots (35)$$

本実施形態によれば、次のような効果を得ることができる。

【0081】

NO_xトラップ触媒32の脱硫再生処理及びディーゼルパティキュレートフィルタ33のフィルタ再生処理では、排気ガス温度Texhを通常時よりも高い目標温度tTexhに上昇させ、かつその際に、空気過剰率lambを再生モードに応じた目標空気過剰率tlambに維持する。このため、加速等により運転条件が変化したり、走行環境が変化したとしても、これに応じて空気過剰率lambが変化することを防止し、NO_xトラップ触媒32を劣化させたり、ディーゼルパティキュレートフィルタ33にフィルタエレメントの割れ等の故障が生じることを防止することができる。

【0082】

図52は、空燃比と排気ガス温度、CO排出量及びHC排出量との関係を示している。CO排出量、HC排出量とは、エンジン1から単位時間あたりに排出される一酸化炭素又は炭化水素の量をいう。脱硫再生処理では、NO_xトラップ触媒32がトラップしている硫黄分を分解するために空燃比をストイキ又はリッチに転じる。ここで、排気ガス温度には、空燃比の低下により大きく上昇する特性があり、運転条件等の変化により空燃比が目標範囲を外れて低下したときは、排気ガス温度が過剰に上昇し、NO_xトラップ触媒32に過大な熱負荷がかかるおそれがある。また、空燃比をストイキ又はリッチに制御しているときは、CO排出量及びHC排出量が多く、何らかの原因で空燃比が目標範囲を外れて増大したときは、一酸化炭素等の還元剤が触媒内部で激しく反応し、NO_xトラップ触媒32に過大な熱負荷がかかるおそれがある。NO_xトラップ触媒32は、本来耐熱性が低く、これを高めることも構造上困難である（特開2002-155793号公報）。図53は、NO_xトラップ触媒32の加熱温度と、その温度に加熱した後のNO_xトラップ触媒32のNO_x転換率との関係を示している。NO_xトラップ触媒32は、過大な熱負荷がかかると性能が著しく劣化する。本実施形態によれば、脱硫再生モードにおいて、運転条件等が変化したとしても空気過剰

率 λ が一定に維持されるので、NO_xトラップ触媒 32 に過大な熱負荷がかかり、性能が劣化することを防止することができる。なお、脱硫再生時目標排気ガス温度 t_{Texh} は、750℃以下に設定するのが好ましく、上限温度は、800℃程度である。

【0083】

図 54 は、空燃比と排気ガス温度及びパティキュレート燃焼速度との関係を示している。パティキュレート燃焼速度とは、ディーゼルパティキュレートフィルタ 33 に堆積しているパティキュレートのうち、燃焼により単位時間当たり減少するものの量をいう。フィルタ再生処理では、空気過剰率 λ をリーンに制御し、パティキュレートの燃焼を良好な状態に抑制する。パティキュレート燃焼速度は、空燃比に対する変化が大きく、空燃比の上昇に応じて増大する特性があるからである。一方、運転条件等の変化により空燃比が目標範囲を外れて低下したときは、排気ガス温度の上昇によりディーゼルパティキュレートフィルタ 33 に過大な熱負荷がかかり、図 55 (b) に示すフィルタエレメント 331 の割れ A や、同図 (c) に示す目封じ 332 の外れ B 等の故障を来すおそれがある。燃料噴射量の増大分が更に大きいときは、排出された燃料がディーゼルパティキュレートフィルタ 33 を冷却し、再生が妨げられるおそれがある。本実施形態によれば、フィルタ再生モードにおいて、空気過剰率 λ が一定に維持されるので、ディーゼルパティキュレートフィルタ 33 に過大な熱負荷がかかり、あるいは再生が妨げられることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る直噴ディーゼルエンジンの構成

【図 2】 同上実施形態に係る電子制御ユニットの構成

【図 3】 モード判別値設定ルーチンのフローチャート

【図 4】 目標アクセル要求噴射量演算ルーチンのフローチャート

【図 5】 目標アクセル要求噴射量マップ

【図 6】 吸気系応答時定数演算ルーチンのフローチャート

【図 7】 体積効率基本値マップ

【図 8】 体積効率補正值テーブル

- 【図 9】 シリンダ吸入空気量演算ルーチンのフローチャート
- 【図 10】 電圧－空気量換算テーブル
- 【図 11】 排気ガス流量演算ルーチンのフローチャート
- 【図 12】 EGR 率演算ルーチンのフローチャート
- 【図 13】 タービンノズル開度演算ルーチンのフローチャート
- 【図 14】 EGR ガス流速演算ルーチンのフローチャート
- 【図 15】 流速基本値マップ
- 【図 16】 流速補正值マップ
- 【図 17】 再生時目標空気過剰率演算ルーチンのフローチャート
- 【図 18】 目標空気過剰率基本値マップ
- 【図 19】 空気過剰率演算ルーチンのフローチャート
- 【図 20】 ポンプ電流－空気過剰率換算テーブル
- 【図 21】 トルク補正係数演算ルーチンのフローチャート
- 【図 22】 トルク補正係数マップ
- 【図 23】 目標吸入空気量演算ルーチンのフローチャート
- 【図 24】 目標燃料噴射量演算ルーチンのフローチャート
- 【図 25】 吸気絞り弁開度演算ルーチンのフローチャート
- 【図 26】 最大作動ガス量テーブル
- 【図 27】 吸入空気量比テーブル
- 【図 28】 開口面積－弁開度換算テーブル
- 【図 29】 目標 EGR 率基本値演算ルーチンのフローチャート
- 【図 30】 目標 EGR 率基本値マップ
- 【図 31】 目標 EGR 率演算ルーチンのフローチャート
- 【図 32】 目標 EGR ガス量演算ルーチンのフローチャート
- 【図 33】 目標 EGR 弁開度演算ルーチンのフローチャート
- 【図 34】 弁開度－ステップ数換算テーブル
- 【図 35】 目標タービンノズル開度演算ルーチンのフローチャート
- 【図 36】 タービンノズル開度基本値マップ
- 【図 37】 タービンノズル開度補正值マップ

【図 3 8】 目標タービンノズル開度遅れ補償ルーチンのフローチャート

【図 3 9】 排気系応答時定数テーブル

【図 4 0】 進み補償係数テーブル

【図 4 1】 目標デューティ比演算ルーチンのフローチャート

【図 4 2】 ノズル開度－デューティ比換算テーブル

【図 4 3】 メイン噴射時期演算ルーチンのフローチャート

【図 4 4】 メイン噴射時期基本値マップ

【図 4 5】 空燃比フィードバック制御ルーチンのフローチャート

【図 4 6】 補償ゲインテーブル

【図 4 7】 目標排気ガス温度演算ルーチンのフローチャート

【図 4 8】 排気ガス温度演算ルーチンのフローチャート

【図 4 9】 電圧－温度換算マップ

【図 5 0】 排気ガス温度フィードバック制御ルーチンのフローチャート

【図 5 1】 補償ゲインテーブル

【図 5 2】 空燃比と排気ガス温度、CO 排出量及びHC 排出量との関係

【図 5 3】 NO_xトラップ触媒の加熱温度とNO_x転換率との関係

【図 5 4】 空燃比と排気ガス温度及びパティキュレート燃焼速度との関係

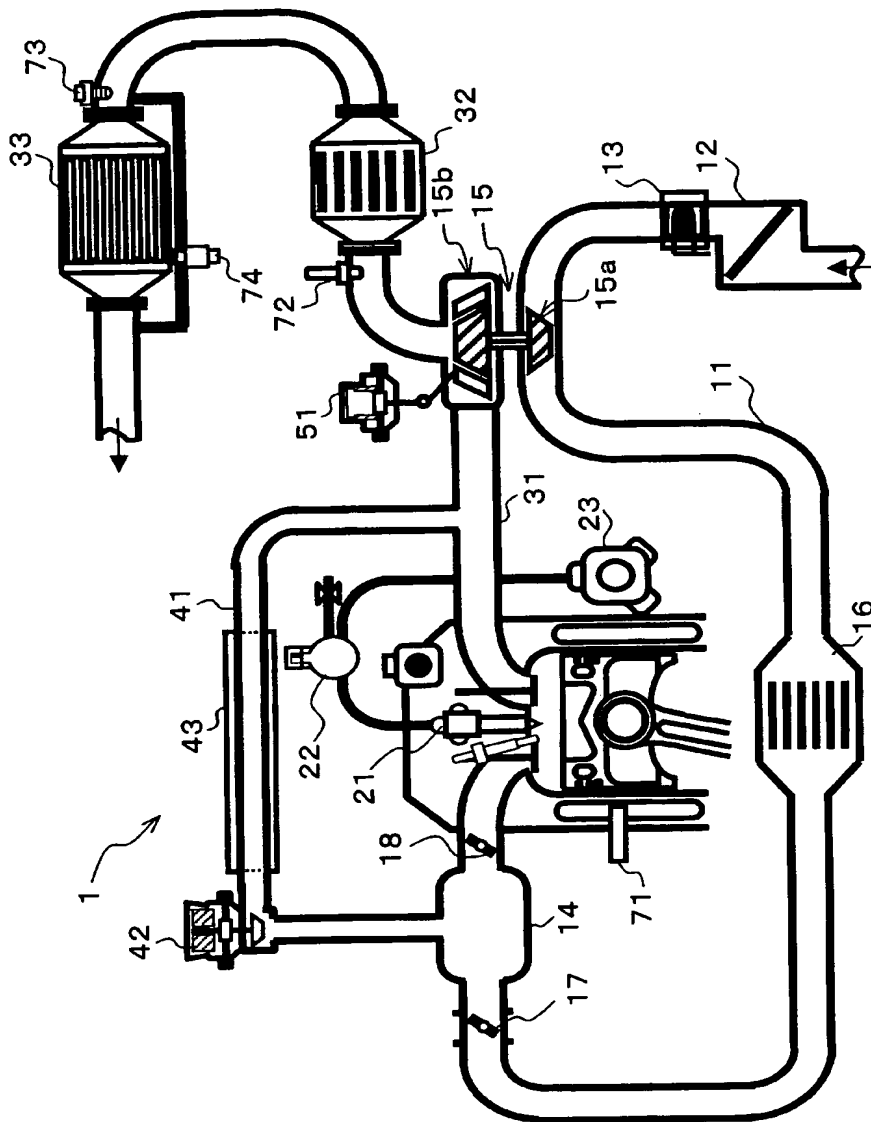
【図 5 5】 ディーゼルパティキュレートフィルタの故障の態様

【符号の説明】

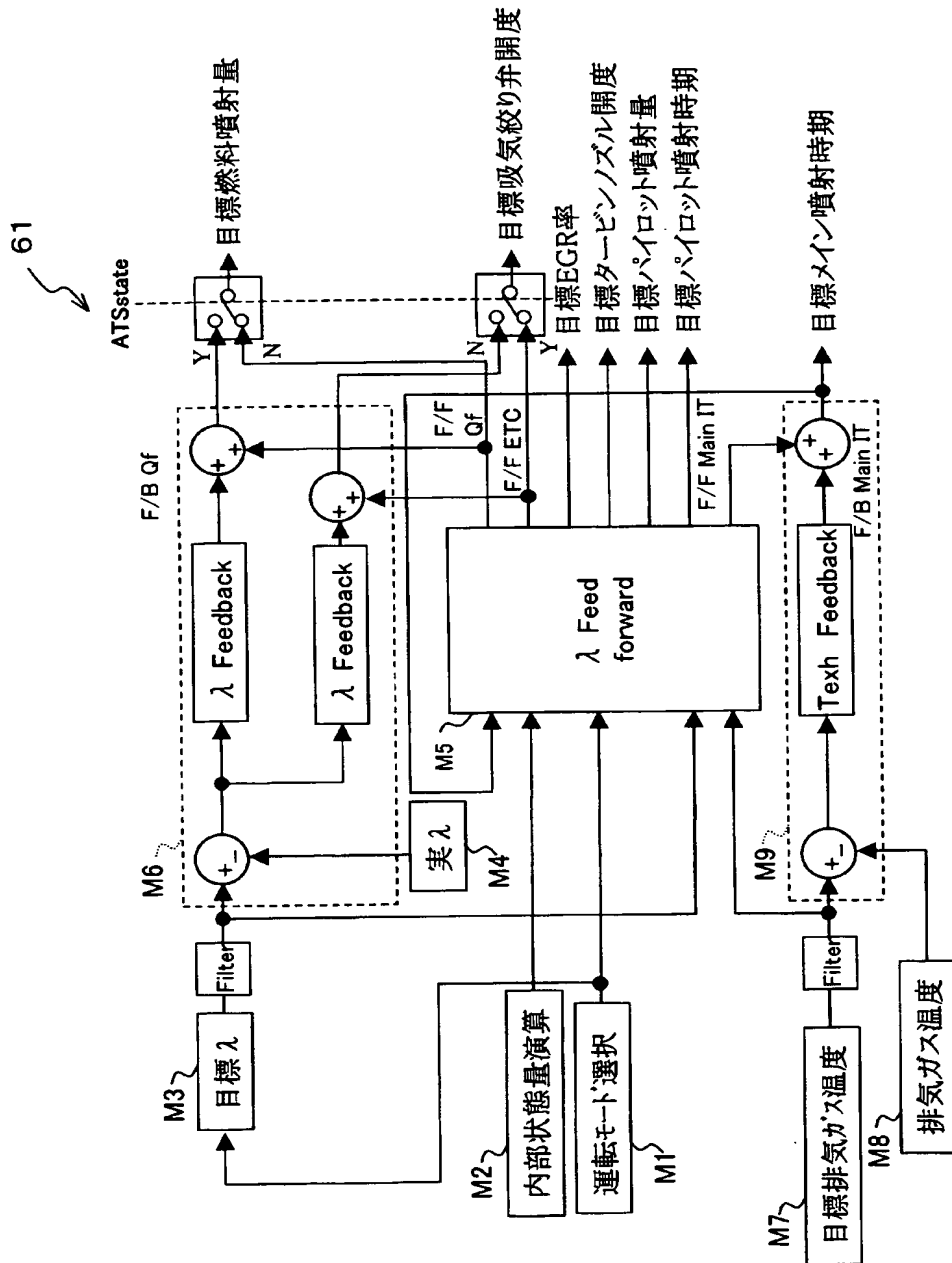
1…ディーゼルエンジン、11…吸気通路、12…エアクリーナ、13…エアフローメータ、14…コレクタ、15…可変ノズルターボチャージャ、16…インタークーラ、17…吸気絞り弁、21…インジェクタ、22…コモンレール、31…排気通路、32…NO_xトラップ触媒、33…パティキュレートフィルタとしてのディーゼルパティキュレートフィルタ、41…EGR管、42…EGR弁、61…電子制御ユニット、71…水温センサ、72…空気過剰率センサ、73…排気ガス温度センサ、74…フィルタ前後差圧センサ。

【書類名】 図面

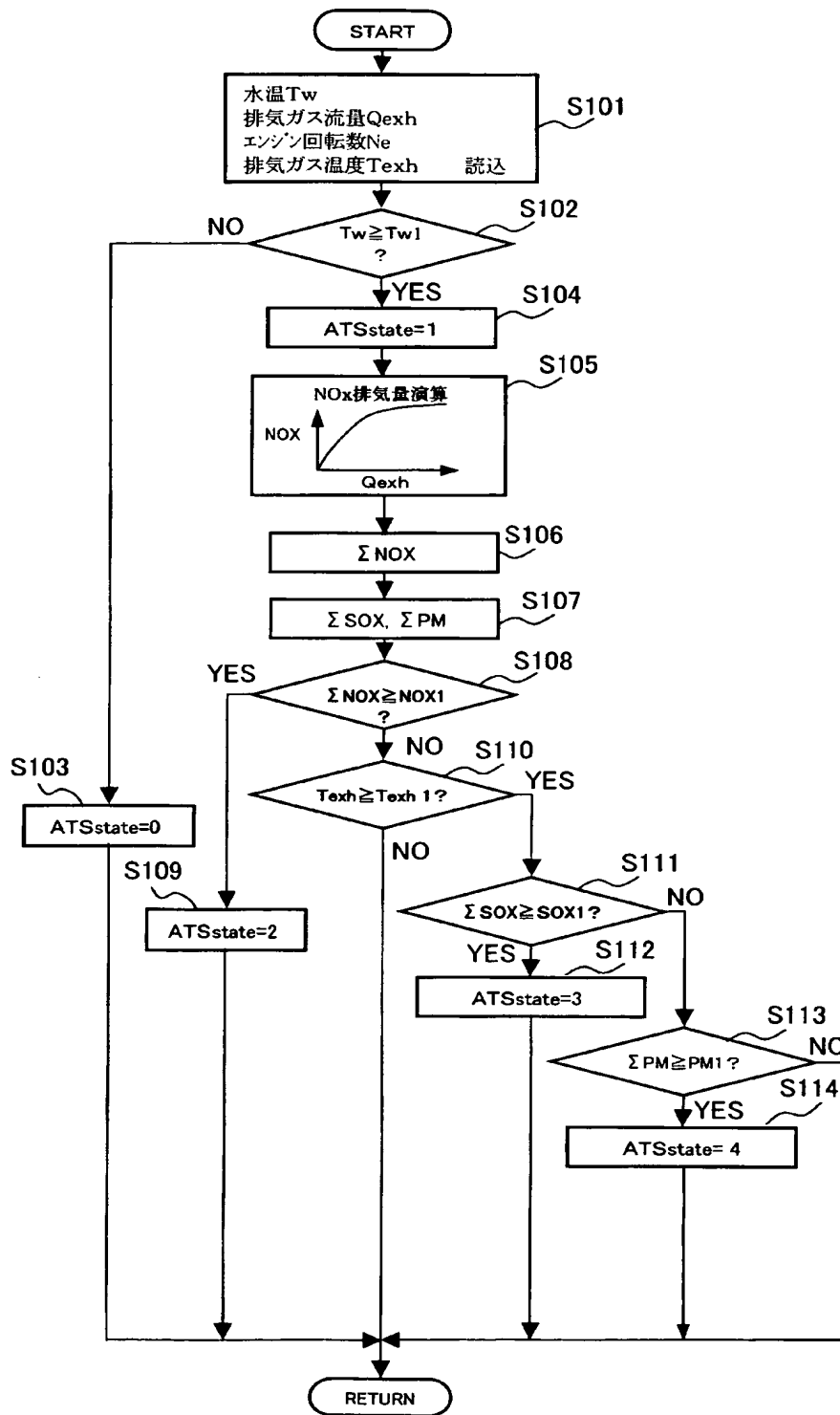
【図 1】



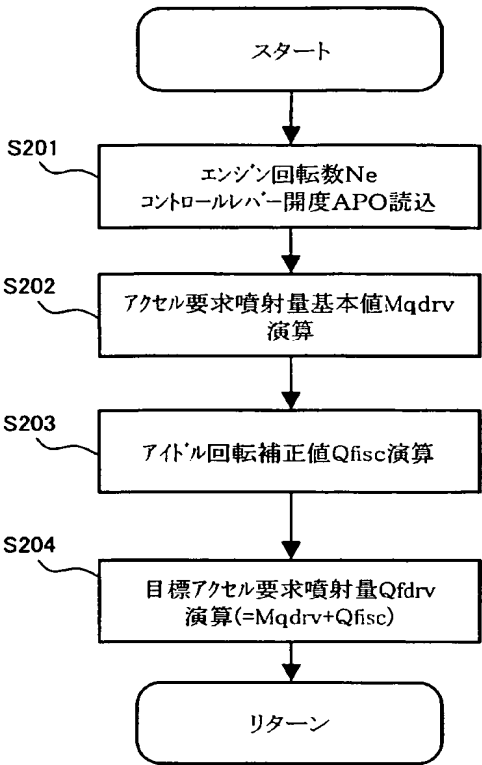
【図 2】



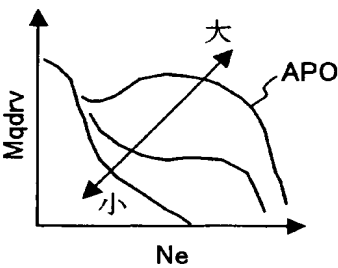
【図 3】



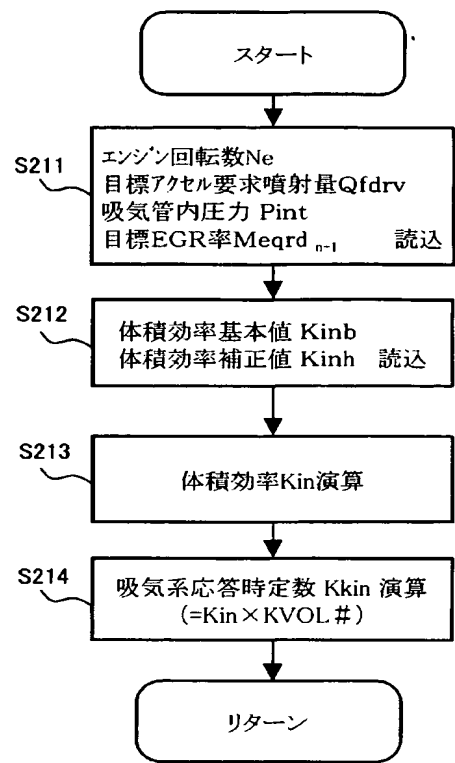
【図 4】



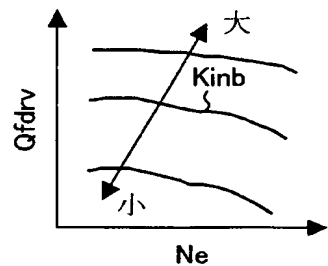
【図 5】



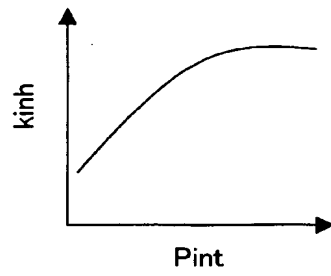
【図 6】



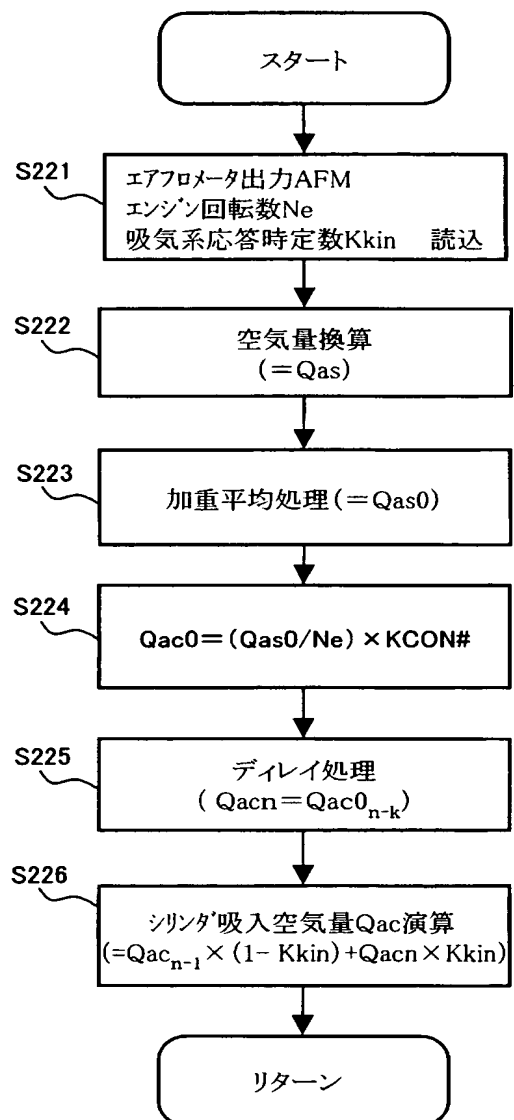
【図 7】



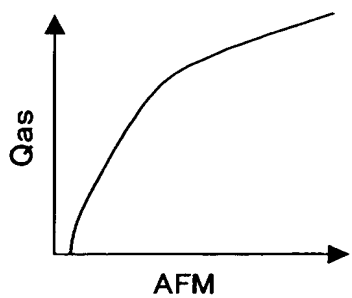
【図 8】



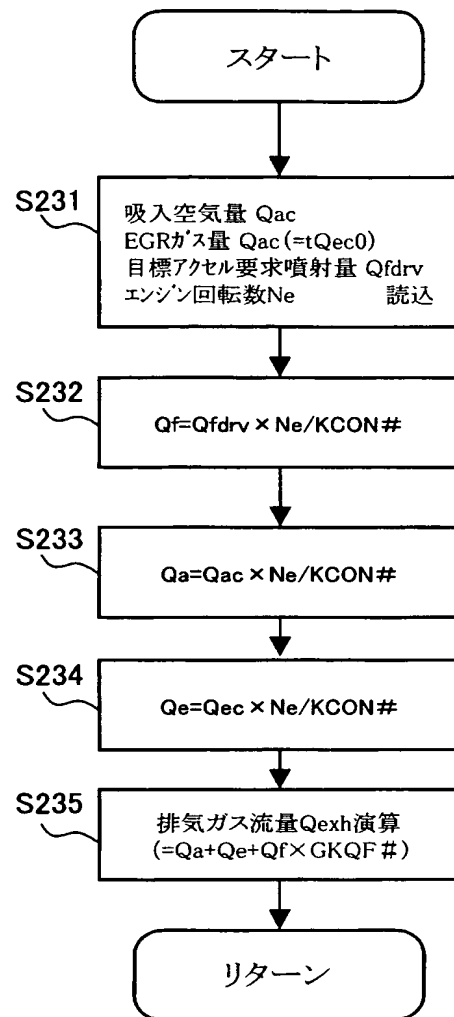
【図 9】



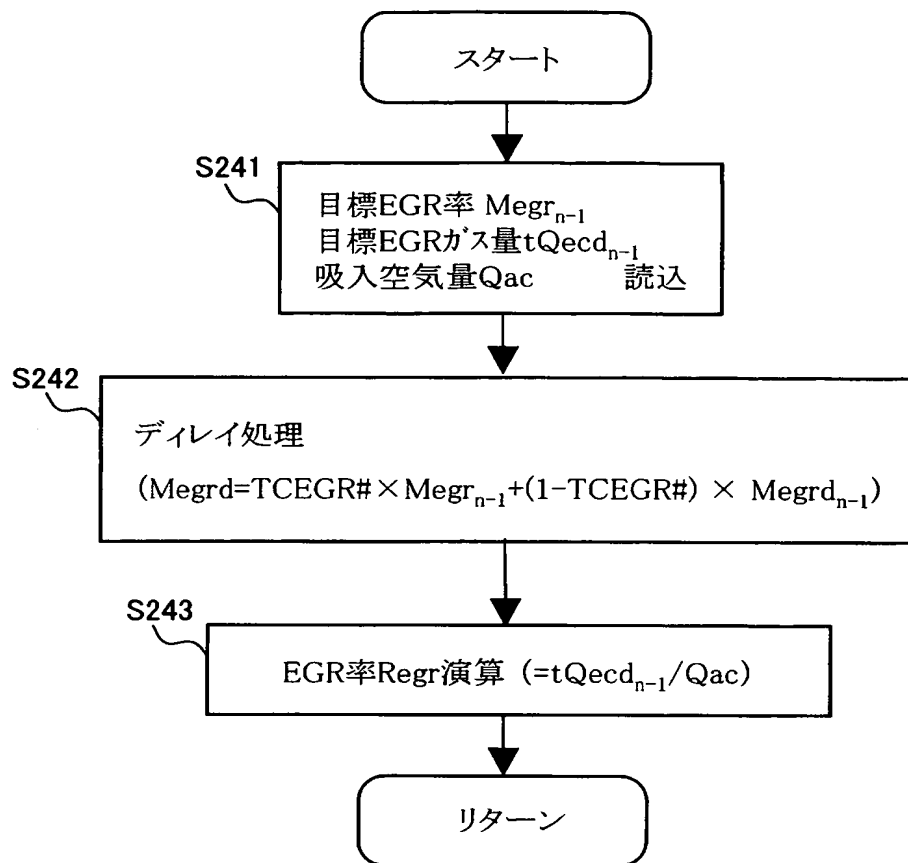
【図 10】



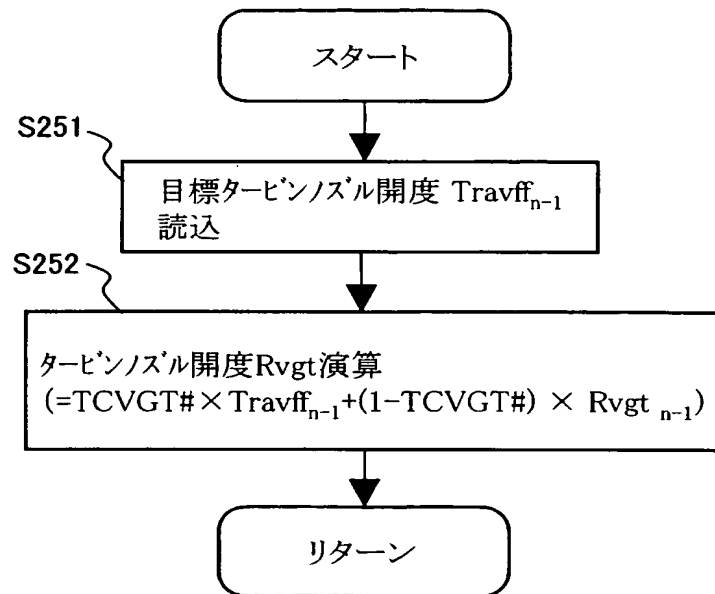
【図 11】



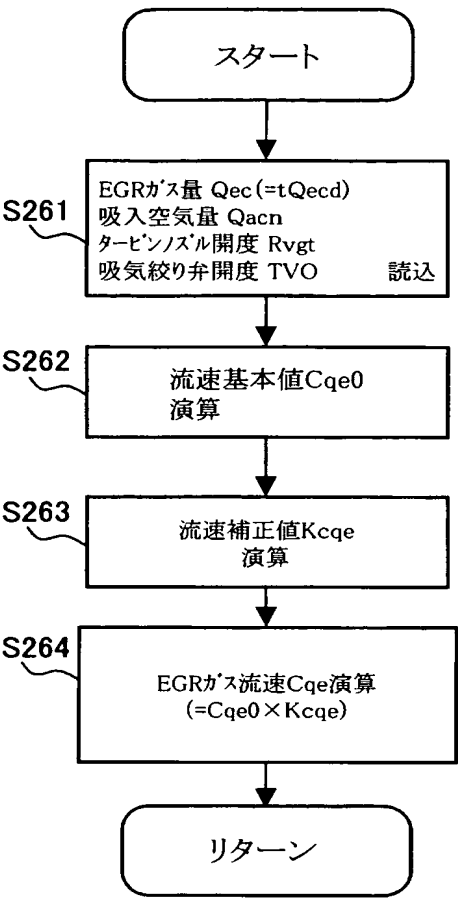
【図 12】



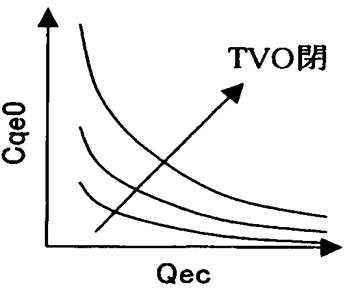
【図 13】



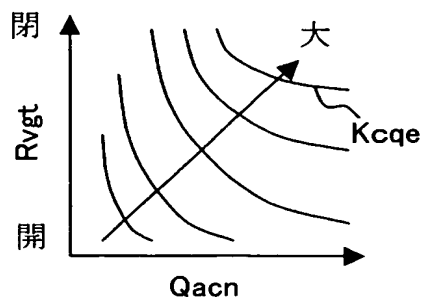
【図 1 4】



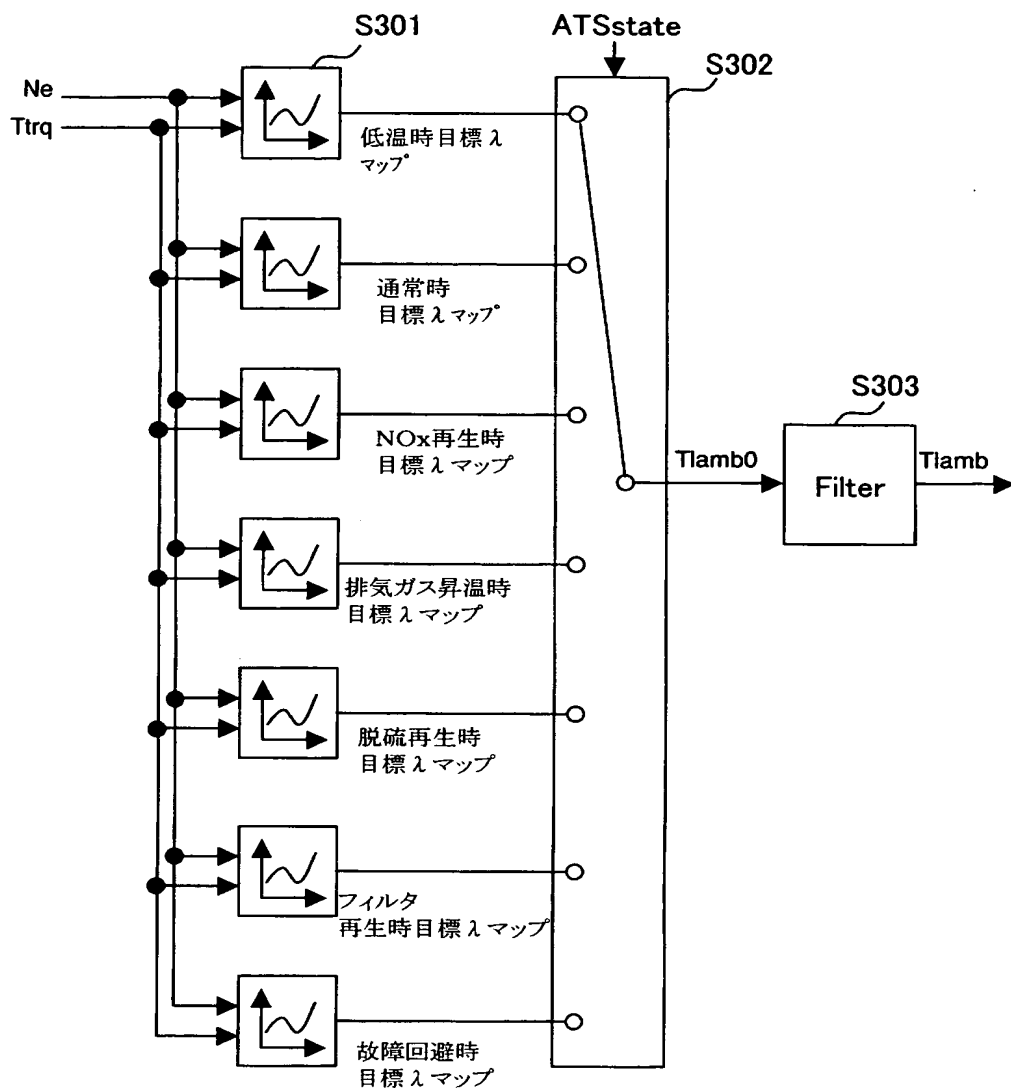
【図 1 5】



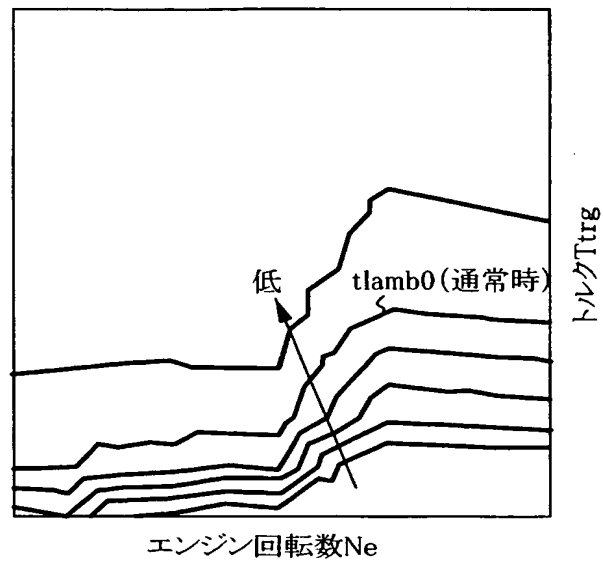
【図 16】



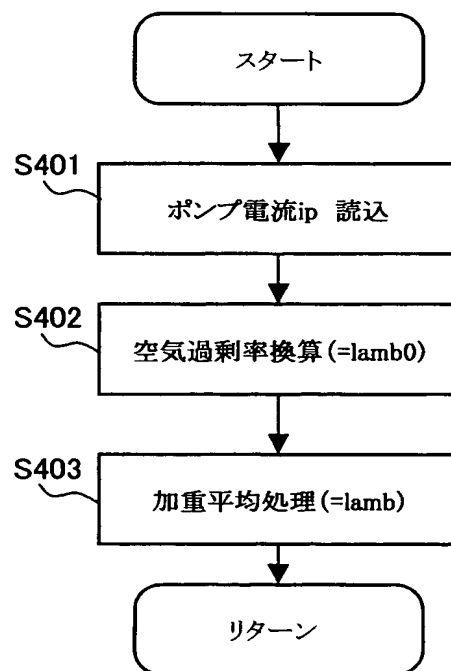
【図 17】



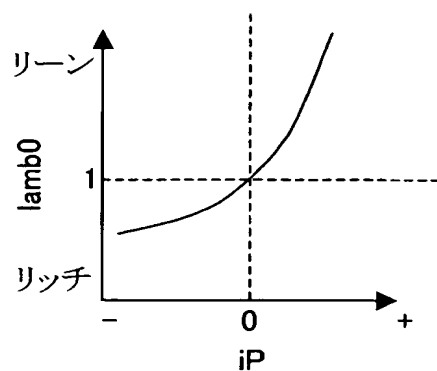
【図 18】



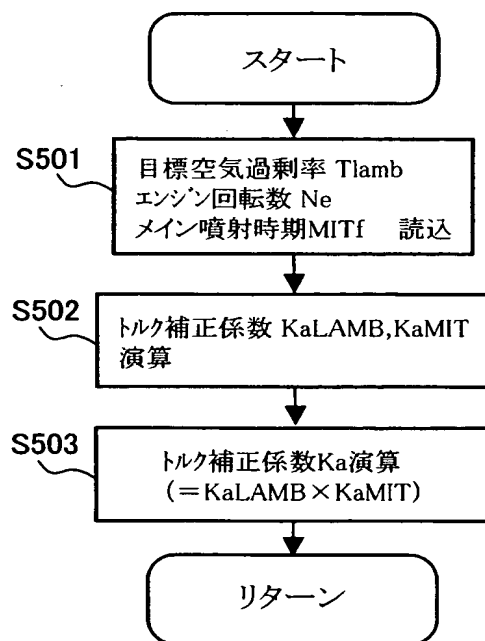
【図 19】



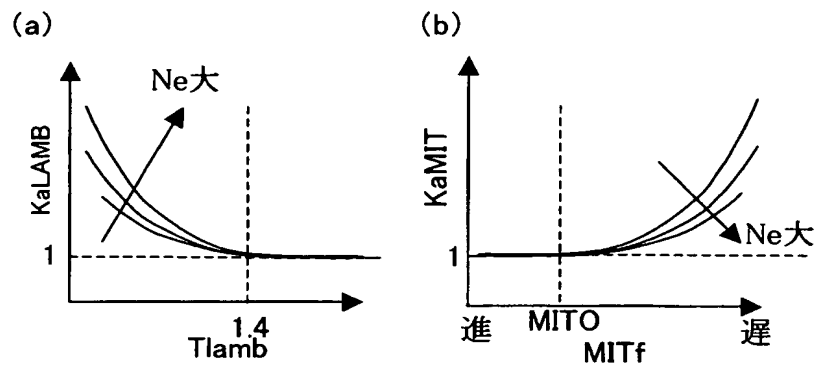
【図 20】



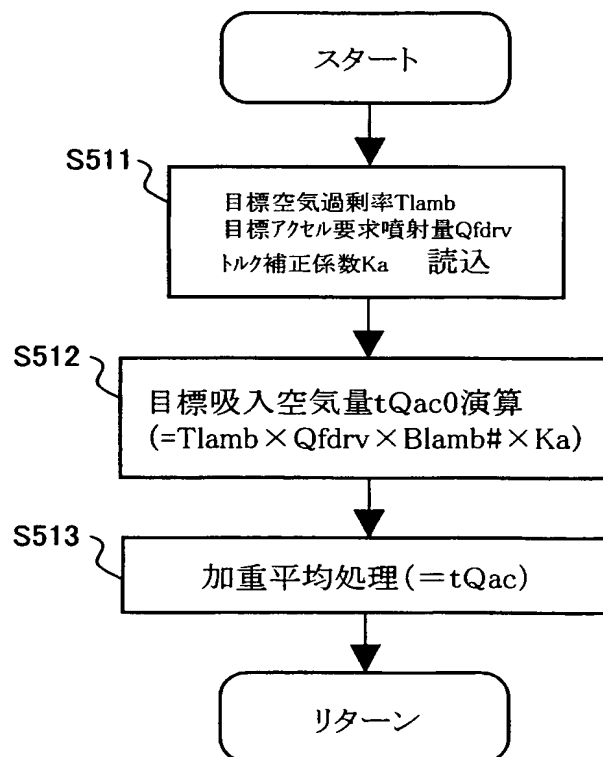
【図 21】



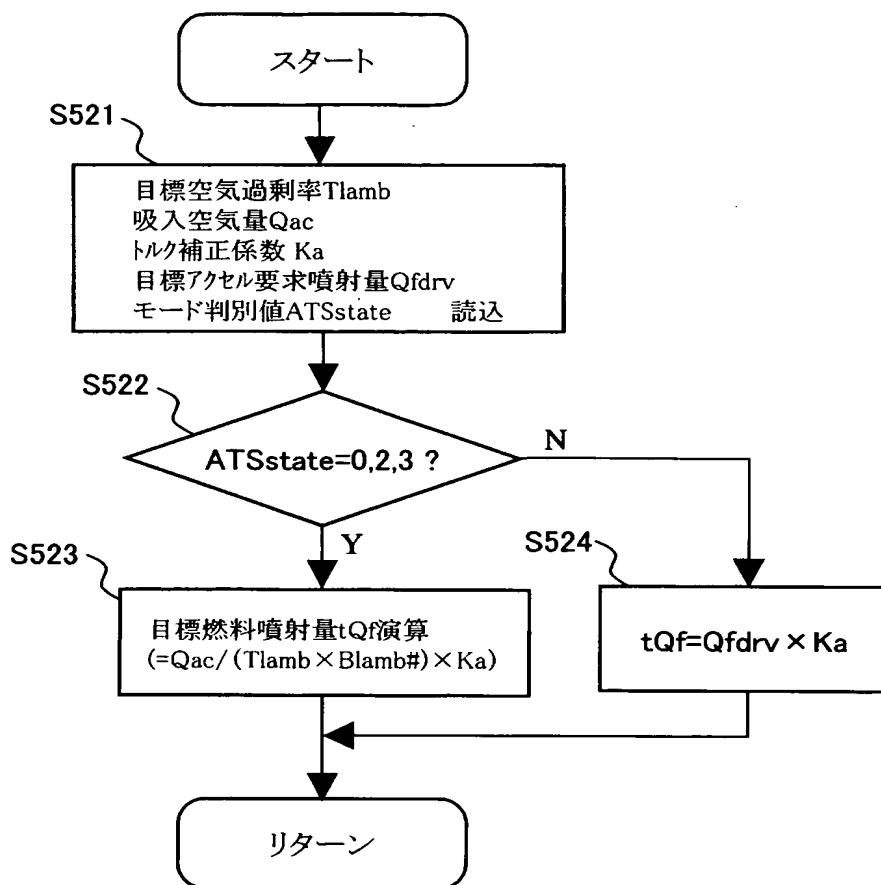
【図 22】



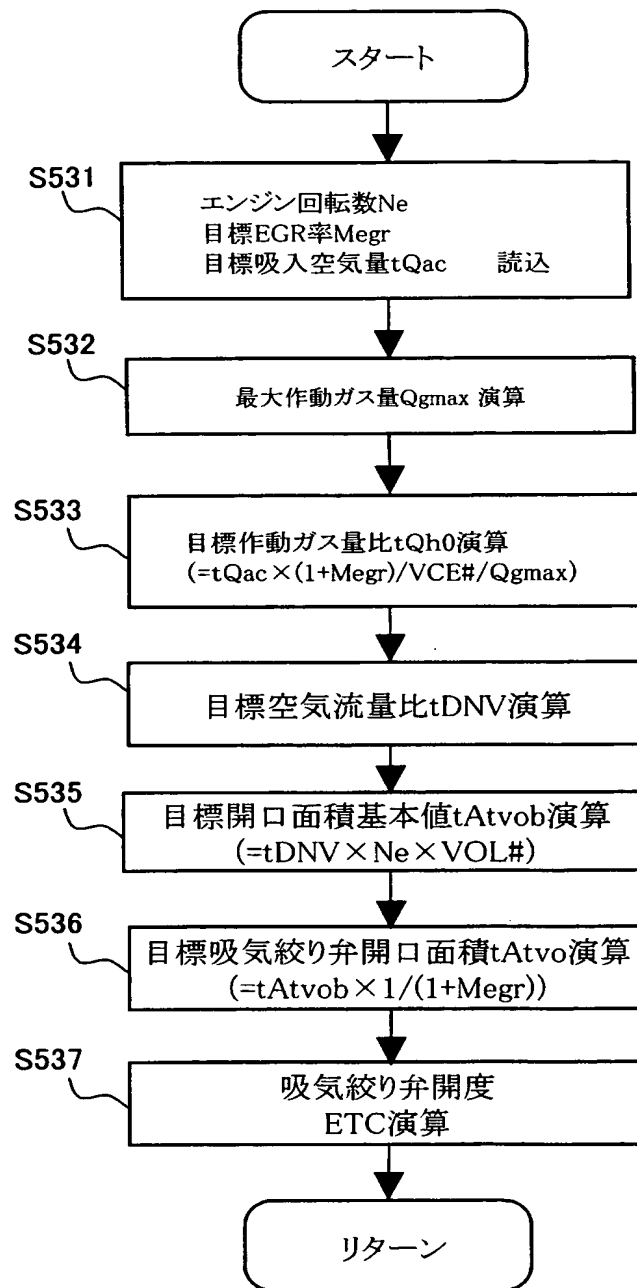
【図 23】



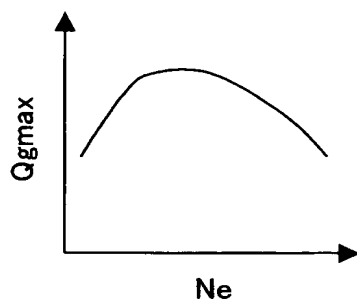
【図 24】



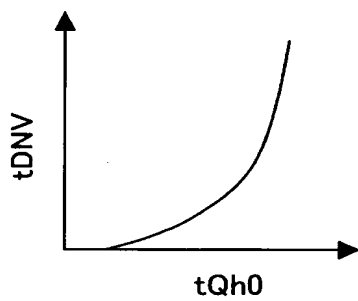
【図 25】



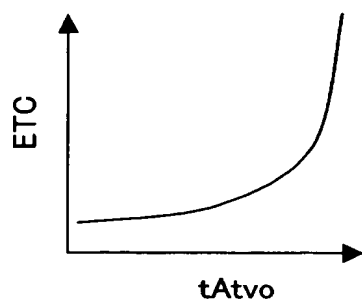
【図 26】



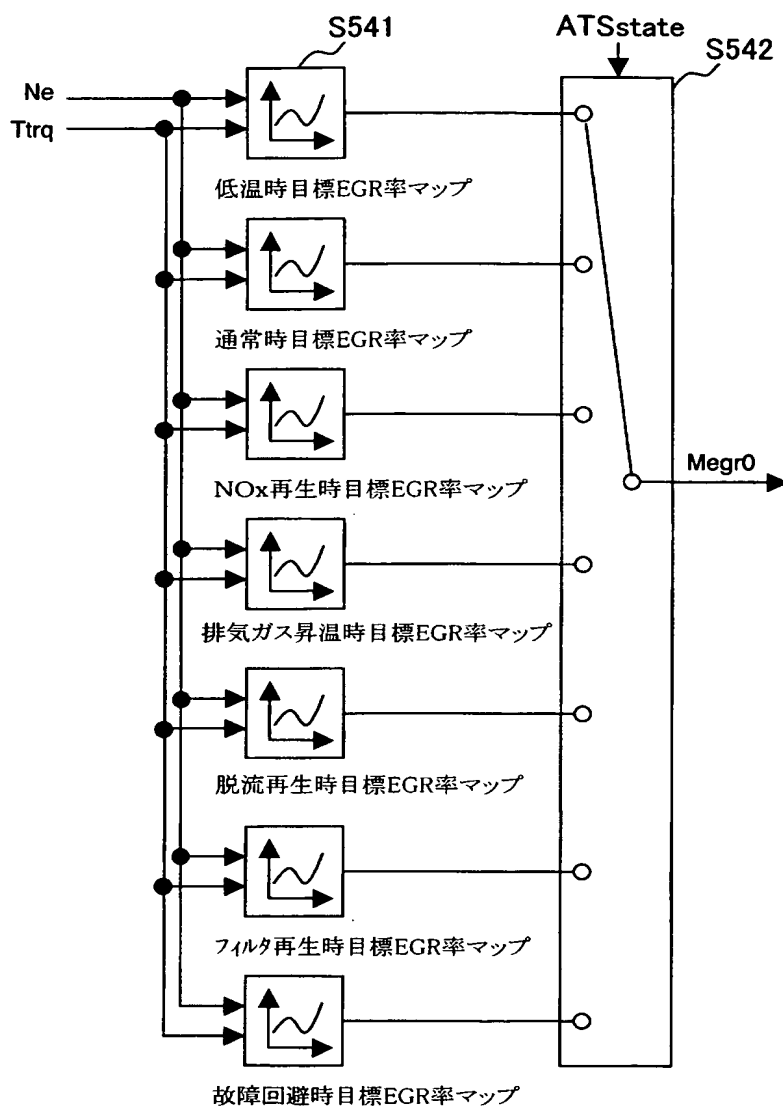
【図 27】



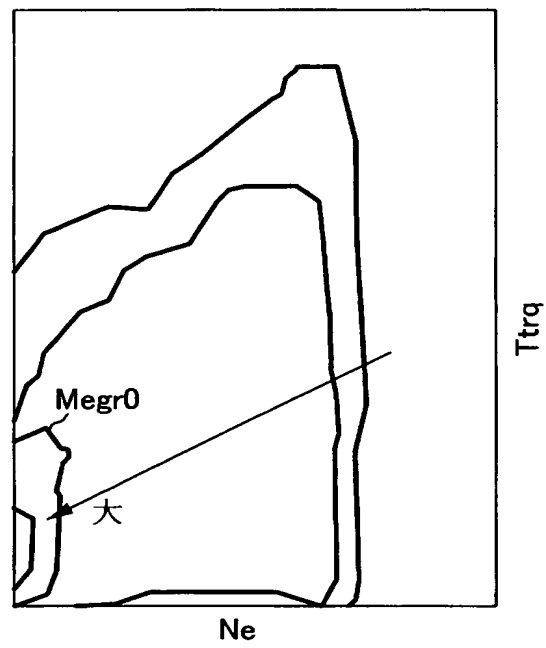
【図 28】



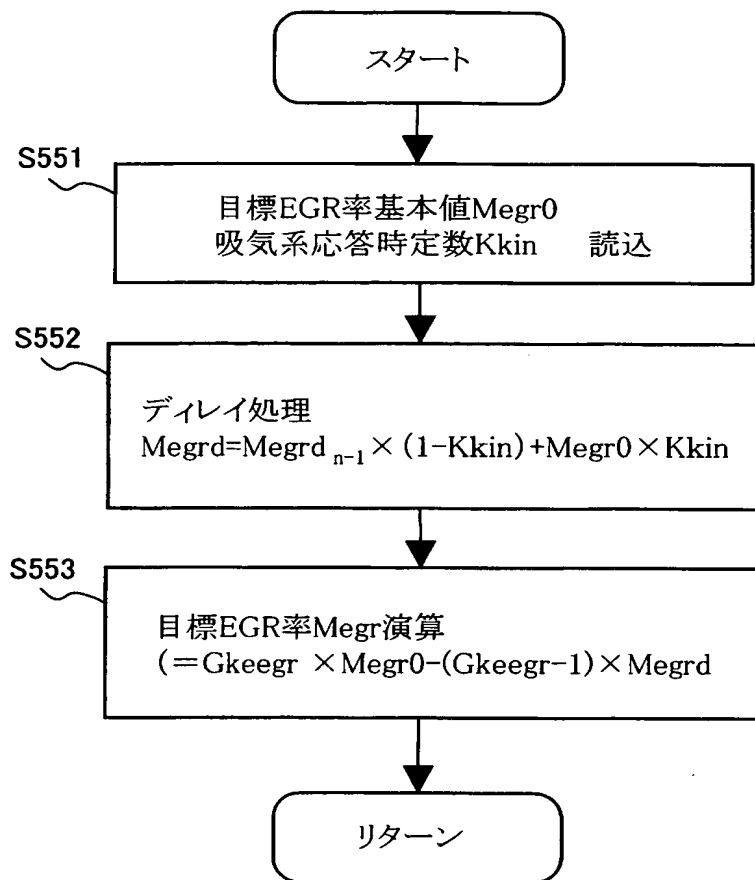
【図 29】



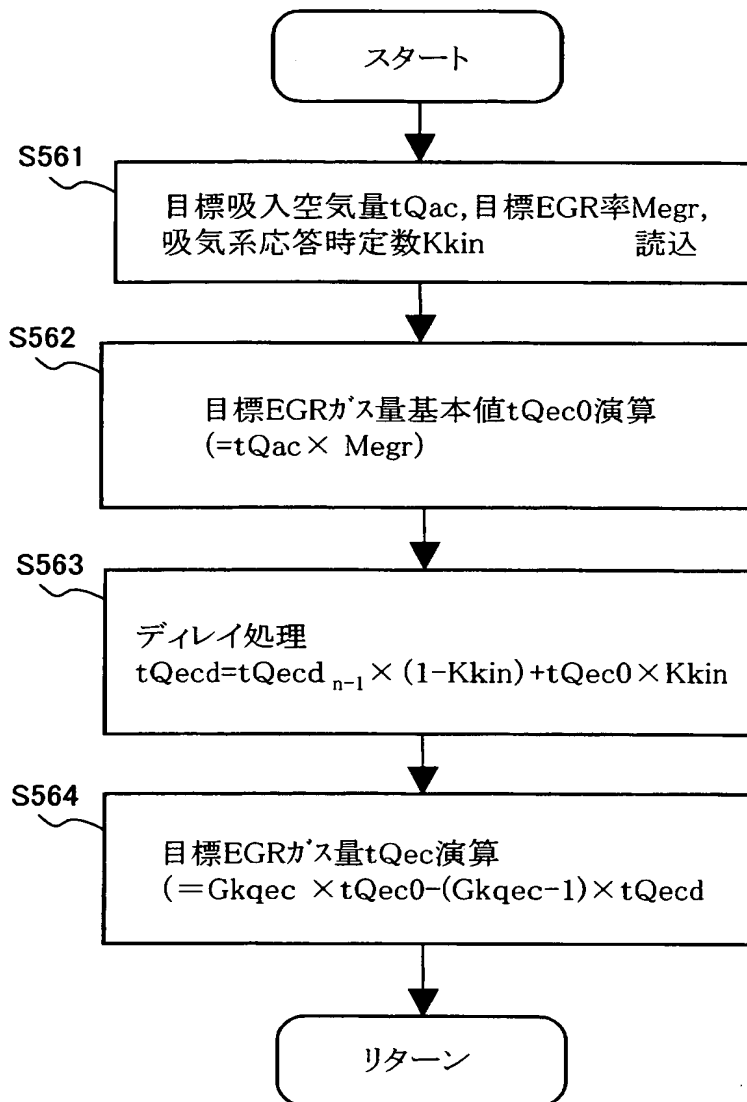
【図 30】



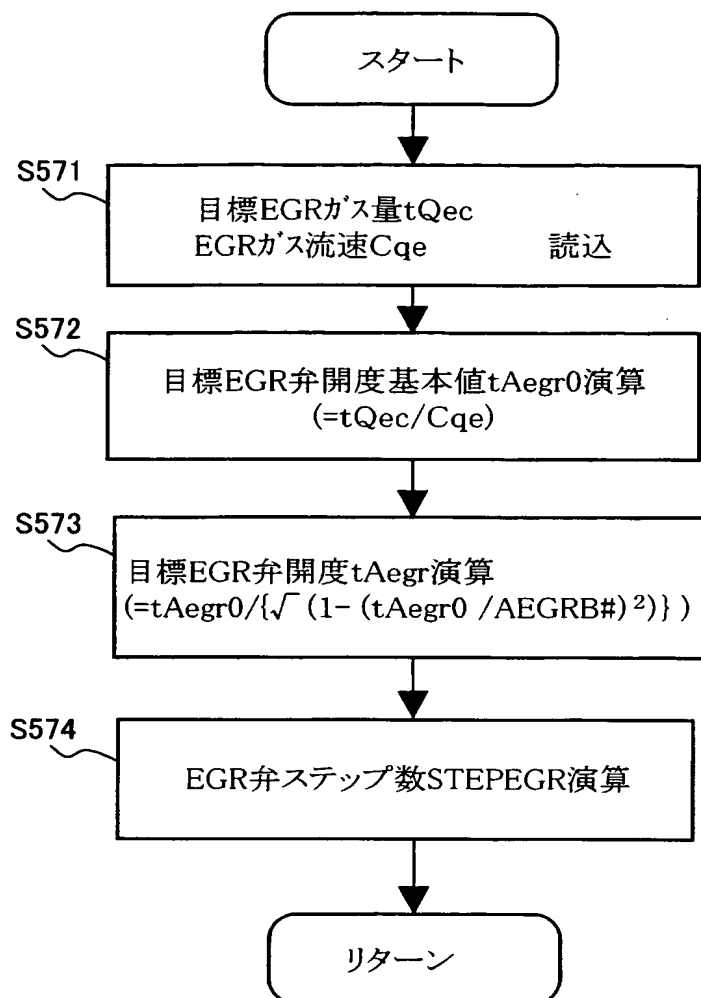
【図 31】



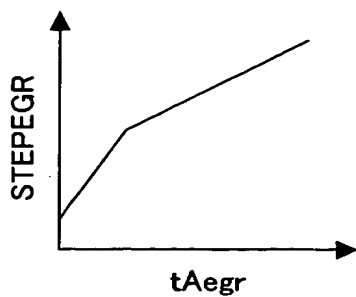
【図 3 2】



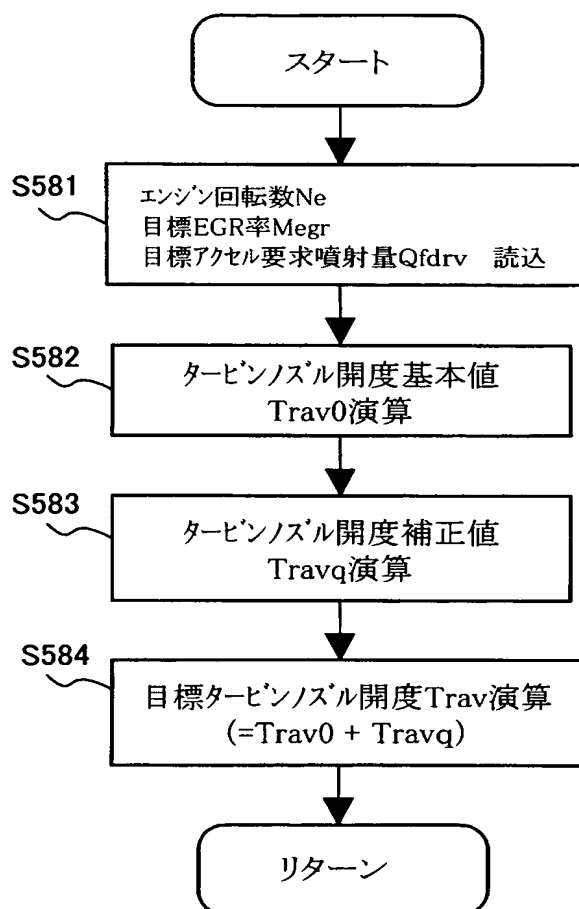
【図 3 3】



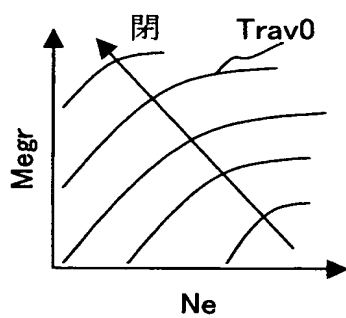
【図 3 4】



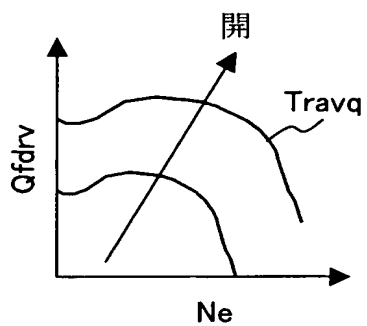
【図 3 5】



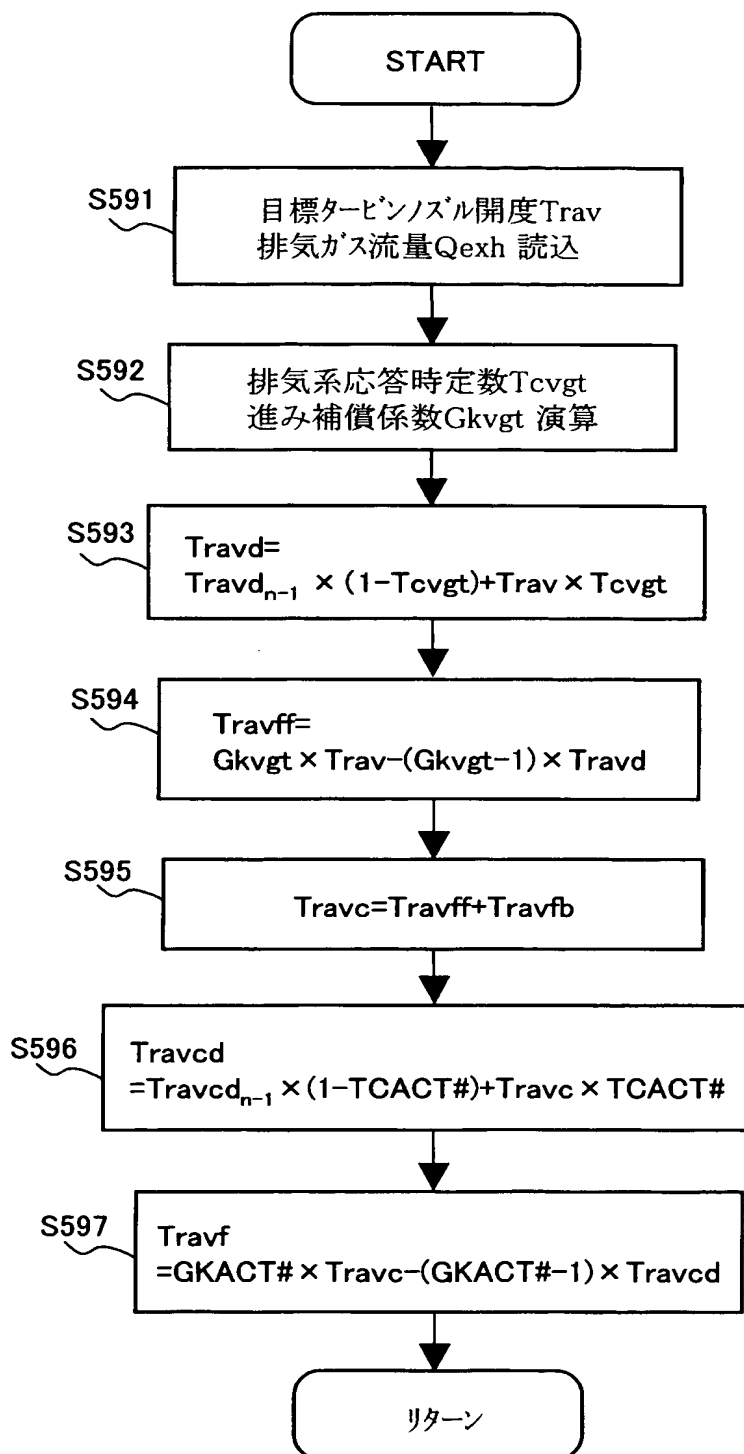
【図 3 6】



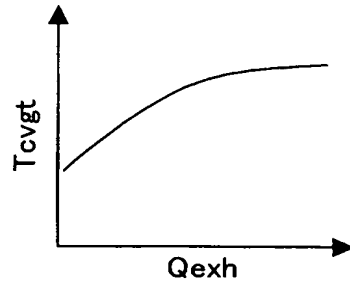
【図 37】



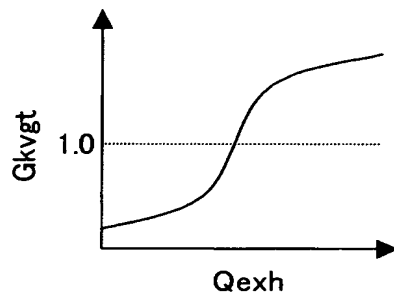
【図 38】



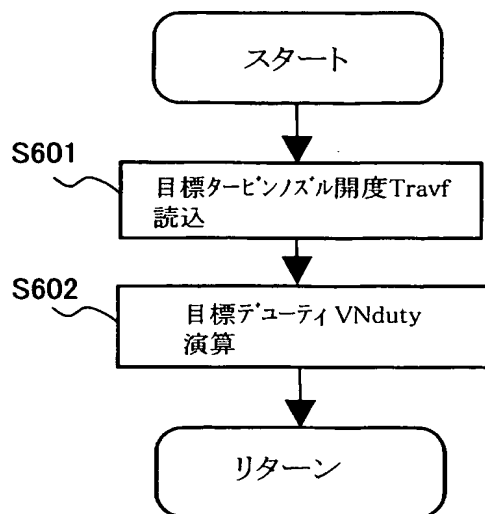
【図 39】



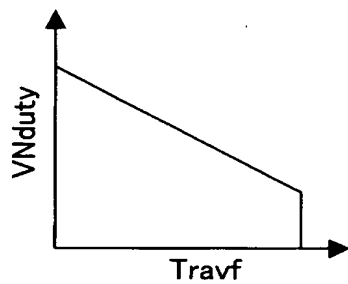
【図 40】



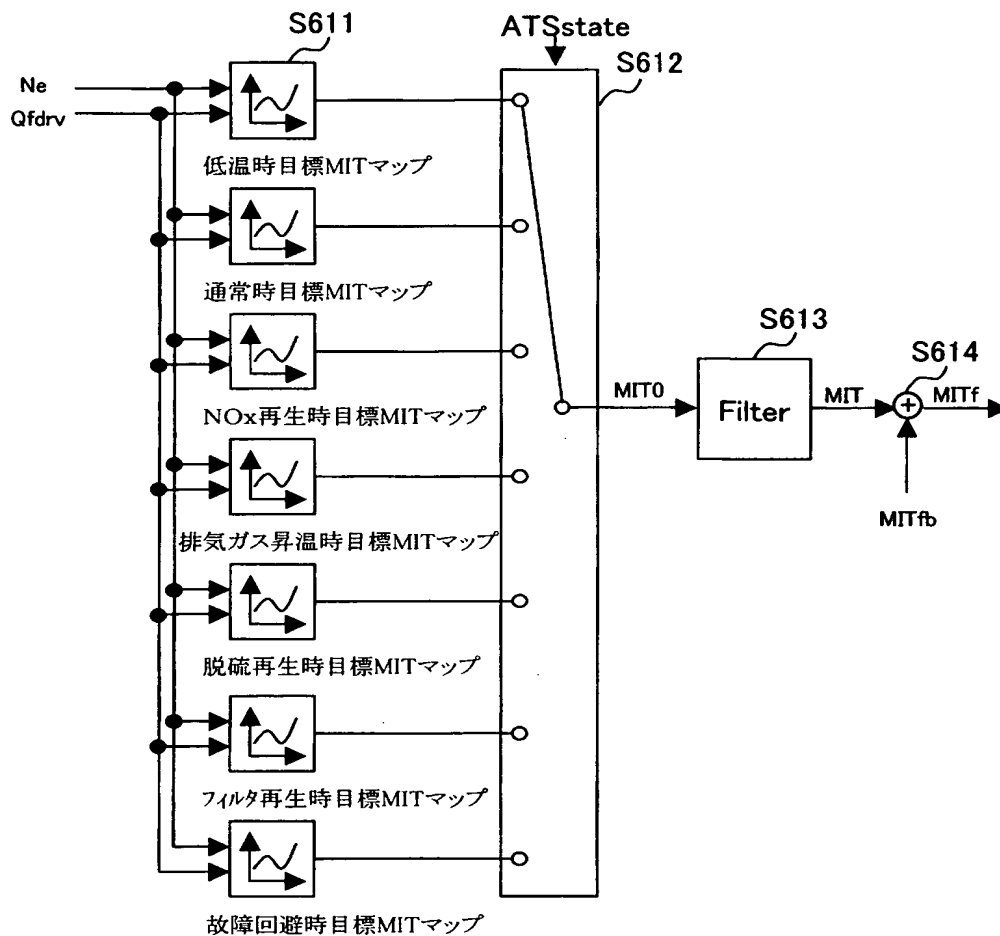
【図 4 1】



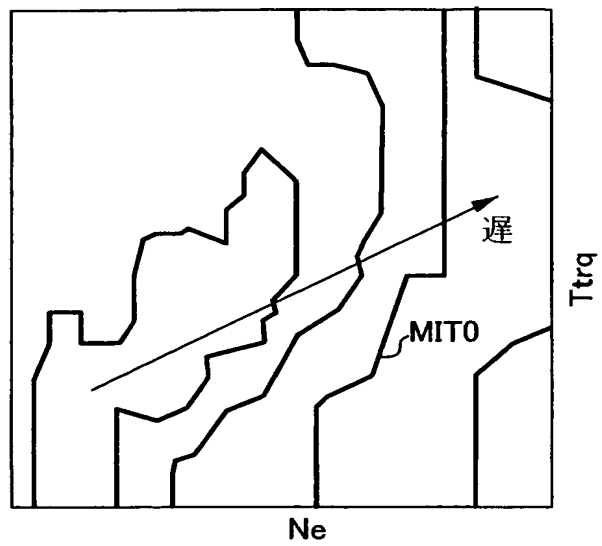
【図 4 2】



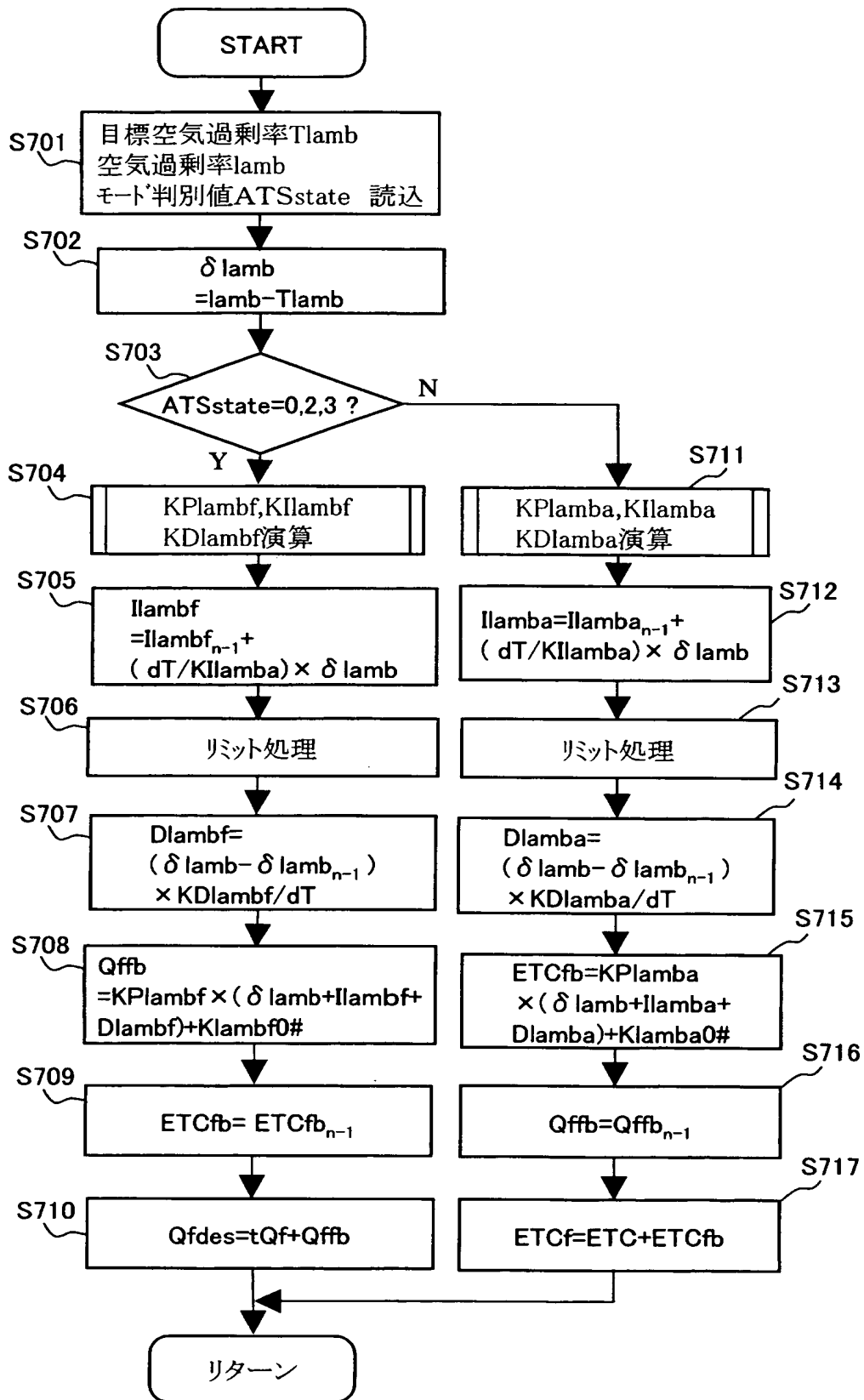
【図 4 3】



【図 4 4】

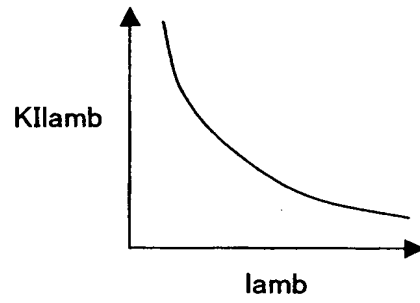


【図 4 5】

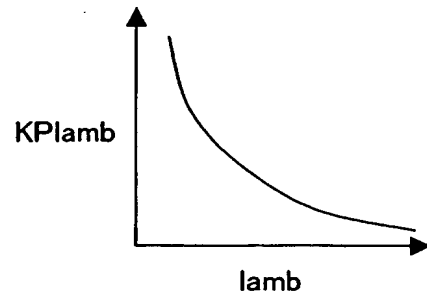


【図 46】

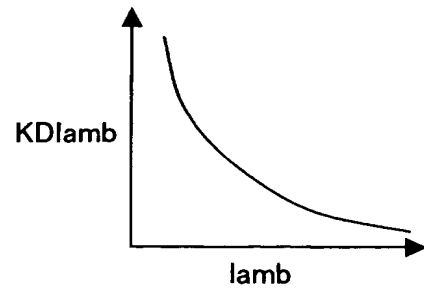
(a)



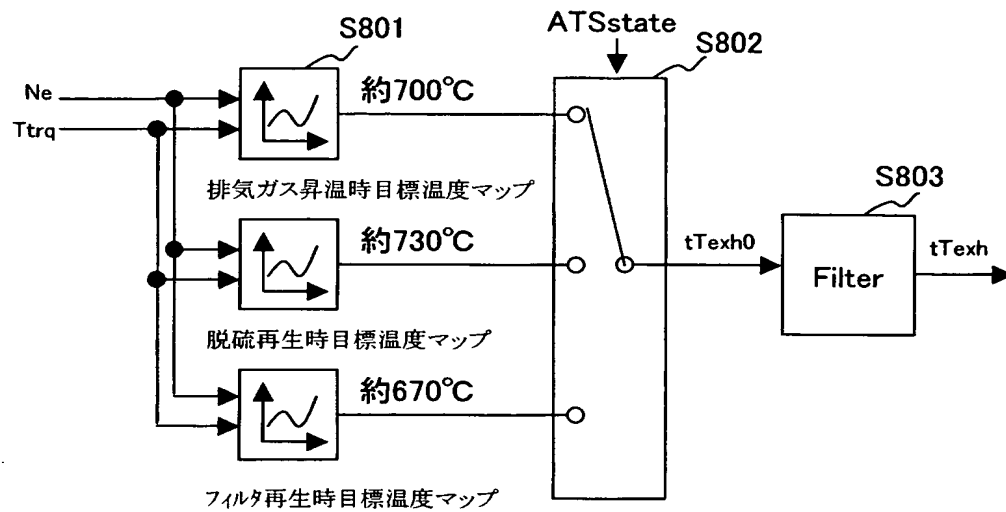
(b)



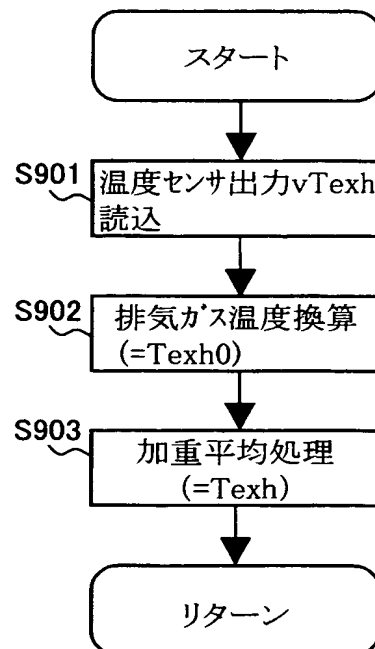
(c)



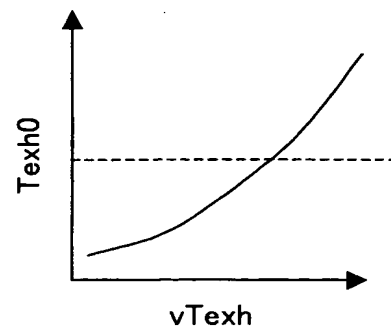
【図 4 7】



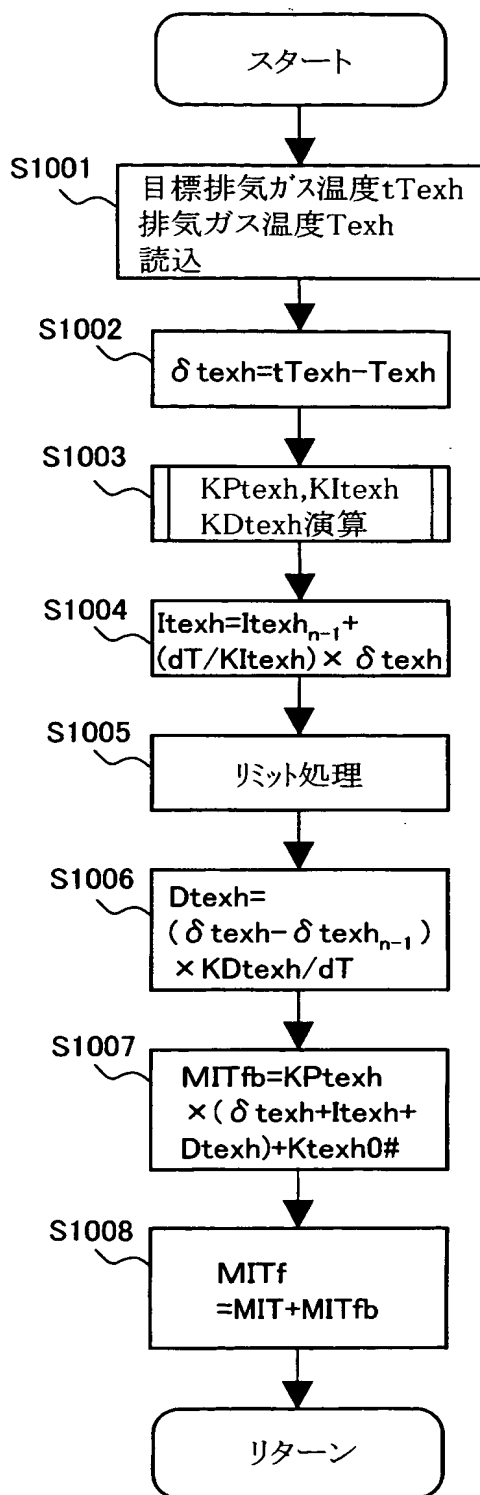
【図 4 8】



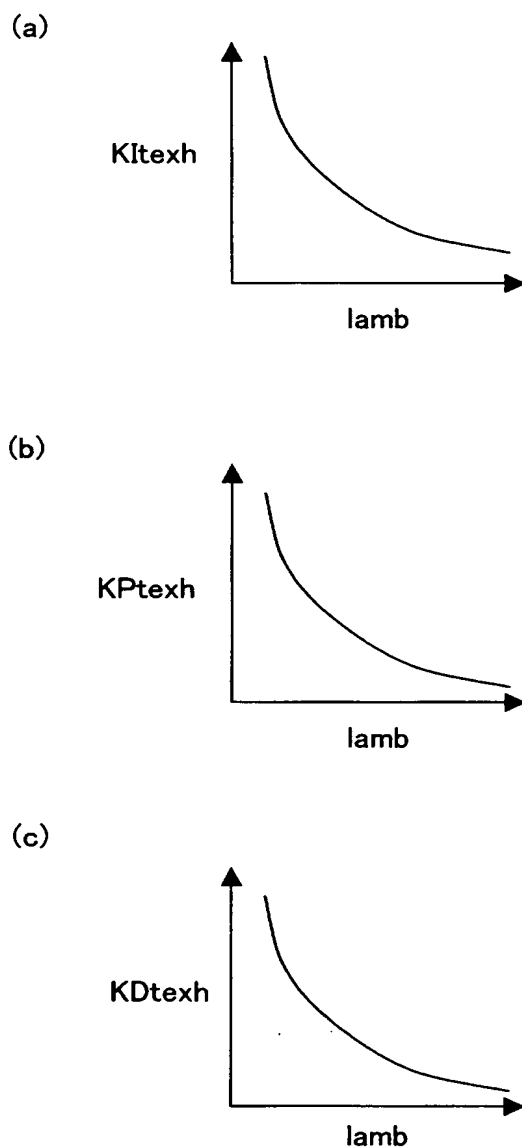
【図 49】



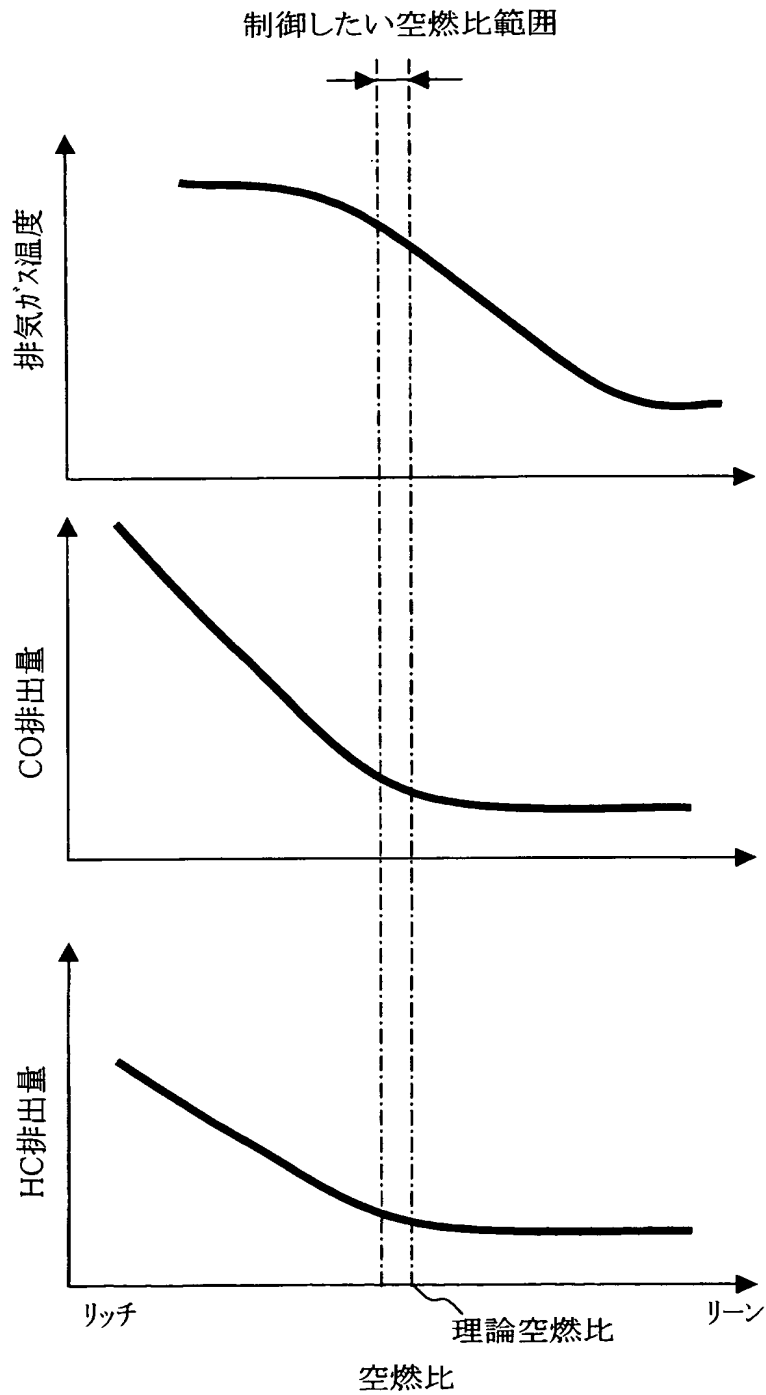
【図 50】



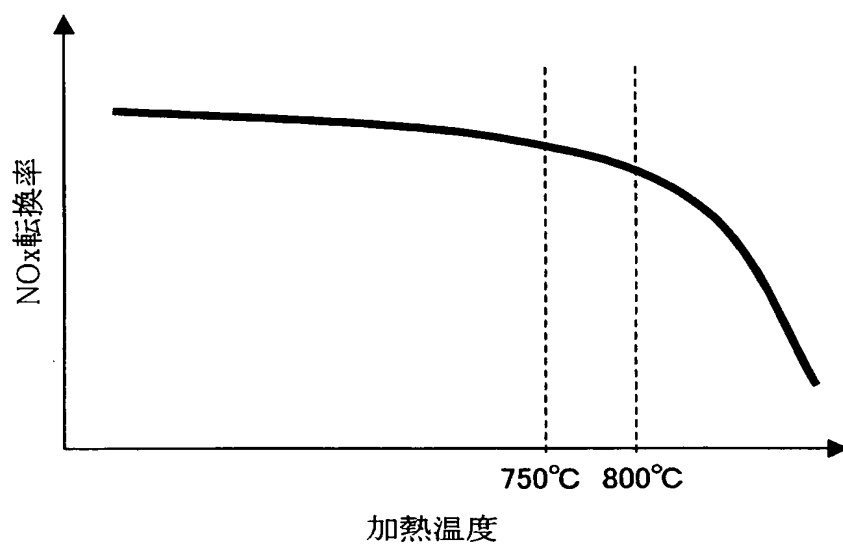
【図 51】



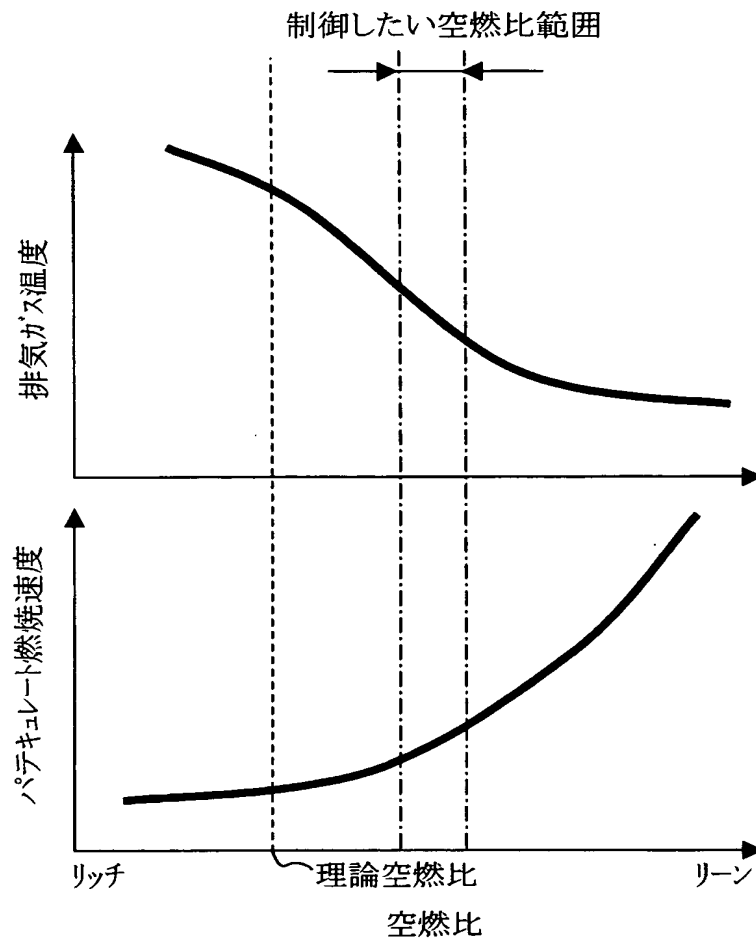
【図 5 2】



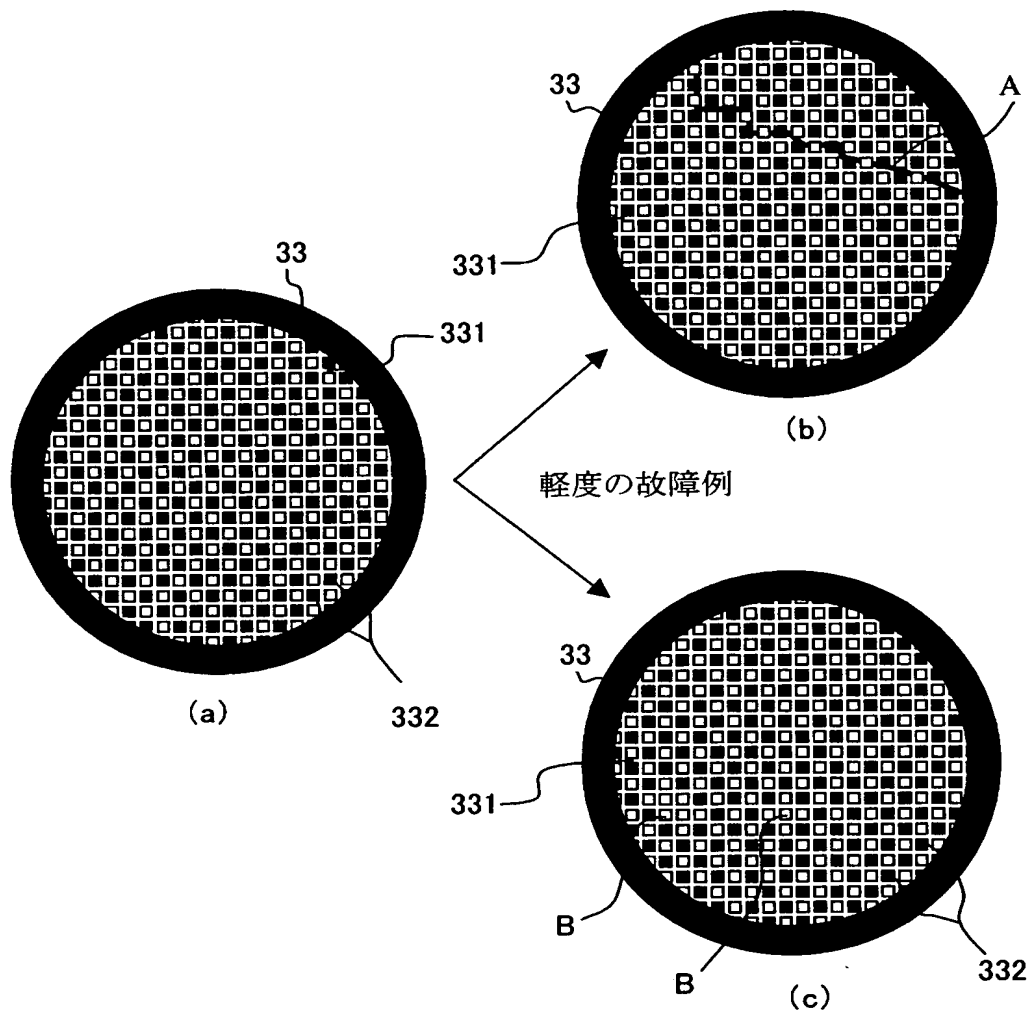
【図 53】



【図 5 4】



【図 55】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 パティキュレートフィルタやNO_xトラップ触媒等のトラップを過大な熱負荷をかけることなく再生させる。

【解決手段】 再生時において、電子制御ユニットのモジュールM3は、再生モードに応じた目標空気過剰率 t_{lamb} を設定する。モジュールM5は、 t_{lamb} に基づいて吸気絞り弁開度及び燃料噴射量等の空燃比に関連する第1のエンジン制御量を演算する。一方、モジュールM9は、再生モードに応じた目標排気ガス温度 t_{Texh} を達成するため、メイン噴射時期等の燃焼期間に関連する第2のエンジン制御量を演算する。モジュールM9の動作に合わせ、モジュールM5は、パイロット噴射時期を演算する。

【選択図】 図2

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成15年 5月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2003-114717

【補正をする者】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078330

【弁理士】

【氏名又は名称】 笹島 富二雄

【電話番号】 03-3508-9577

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内

【氏名】 白河 暁

【その他】 本願の発明者は、「白河 暁」であります。 本願の特許願の発明者の欄に「白川 暁」と記載したのは、入力時の誤りであります。 よって、本願の発明者を「白川 暁」より「白河 暁」へ変更する補正をお認め下さいますようお願い申し上げます。

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-114717
受付番号	50300830892
書類名	手続補正書
担当官	吉野 幸代 4243
作成日	平成 15 年 5 月 23 日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000003997

【住所又は居所】

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

【氏名又は名称】

日産自動車株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100078330

【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門 1 丁目 19 番 5 号 虎ノ門 1 丁目森ビル 笹島内外特許事務所

【氏名又は名称】

笹島 富二雄

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 4 7 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社